الجمهورية العربية المتحدة
وزارة الري

الجسور الترابية للسدود والترع

على ضوء النظريات الحديثة

المهندس
محمد عبد العال المدني
المستشار الفني
(وكيل الوزارة سابقا)

١٩٦٩

الجمهورية العربية المتحدة
وزارة الري

الجسور الترابية للنيل والترع

على ضوء النظريات الحديثة

المهندس
محمد عبد العال المدني
المستشار الفني
(وكيل الوزارة سابقا)

١٩٦٩

تقديم

المهندس ابراهيم زكى قناوى

وزير الرى

مما لاجدال فيه أن قيام السد العالى العظيم الشأن جاء فرصة نادرة لتحقيق نهضة علمية مباركة أضافت إلى تالد تراثنا قدرًا وفيرًا من العلم والفن فى كافة فروع الهندسة التى توفرت لها أحدث أدوات البناء والتشييد وبذلك يصح القول بأن السد العالى كان ولايزال معهدًا من الطراز الأول اجتذب إلى رحابه عالقة من أساتذة الهندسة وطلابًا فتية من المهندسين الأفذاذ المتعطشين إلى العلم والمعرفة .

ولقد سرّنى وأشاع فى نفسى البهجة أن أجد أمامى إحدى ثمار هذا المعهد الكبير الذى كان لى الحظ فى أن أحمل عبء مسئولياته لفترة من الزمن امتدت لسنين عديدة لذلك فإنى أستطيع أن ألمس الجهد الصادق الذى بذله فيه زميلنا المهندس محمد عبد العال المدنى المستشار الفنى للوزارة وأهنئه عليه إذ كان موفقًا غاية التوفيق فى اختياره لهذا الموضوع نظرًا لمسيس الحاجة إليه فى معالجة مشكلة هامة من مشاكل ما بعد السد العالى بوجه خاص . وللاستفادة به فى تصميم الجسور الترابية على ضوء النظريات الحديثة بوجه عام .

وفقنا الله جميعًا لخدمة جمهوريتنا الفتية .

السيد المهندس الوزير

يشرفنى ان اضع تحت نظر سيادتكم نتيجة ما قمت به من دراسات لأرانيك جسورالنيل على ضوء النظريات الحديثة.

تعلمون سيادتكم أن القاعدة العامة في تصميم جسور النيل حسب ما هو متبع حاليا هو الاصطلاح على تمثيل الحد الأعلى لرشح المياه في باطن الجسور بخط يميل الى أسفل في اتجاه الخلف بمقدار ٧ : ١ اذا كانت أتربة الجسر من طمى النيل ثم ظهر من التطبيق العملى لهذه الجسور عدم ملاءمة هذا الميل في الاتربة الخفيفة والرملية فأشير بمراعاة تعديل هذا الميل في مثل هذه الحالات الى ٨ : ١ ويصل الى ١٠ : ١ حسب رملية التربة .

ولقد مرت هذه الأرانيك بعدة تطورات : ففى عام ١٨٩٦ وضع السير **همفرى براون** أول تخطيط لأرانيك جسور النيل متخذا النسبة ٥ : ١ كحد أدنى لميل خط الرشح ليسير عليه اختيار الأبعاد الضرورية لتوحيد المساطيح الخلفية . وقد دلت التجربة فيما بعد على ان النسبة ٥ : ١ لا تكفى للحيلولة دون ظهور رشح المياه في أتربة الجسور فعدلت أرانيك براون عام ١٩٠٦ بحيث سار الحد الأدنى لميل خط الرشح ٦ : ١

وظلت هذه الأرانيك معمولا بها الى عام ١٩١٤ حيث اتضح أن التحسن الطفيف الذى ادخل‌على أرانيك‌براون عام١٩٠٦ لم يكن كافيا . وبعد دراسات مستفيضة أصدر السير **مردوخ ماكدونالد** بصفته وكيلا لوزارة الأشغال عام ١٩١٤ أرانيكه التى عرفت باسمه منذ ذلك الحين وقد روعى فيها الجمع بين توحيد المساطيح وتحديد ميل خط الرشح بانحدار ثابت قدره ٧ : ١ مع توسيع الطريق فوق الجسر الى ستة أمتار بدلا من خمسة . وقد بدأ من تطبيق أرانيك ماكدونالد انها وافية بالفرض في التربة العادية فقط وفي الظروف السائدة لفيضان النيل . أما في التربة الخفيفة والرملية فلا مفر من تعديل ميل خط الرشح الى ٨ : ١ وحتى ١٠ : ١ حسب كل حالة وظل ذلك متبعا الى وقتنا الحاضر .

وقد مكننى العمل بتفتيش جسور النيل – رئيسا لمكتب‌التصميمات – في الفترة بين ١٩٣٩ – ١٩٤٣ ثم وكيلا لتفتيش النيل فرع رشيد عام ١٩٥٣ – ١٩٥٤ من جمع الكثير من البيانات عن حالة جسور النيل في فيضانات متعاقبة . كشفت عن الكثير من العيوب بسبب عدم صحة تطبيق أرانيك ماكدونالد لعدم وضوح الأسس التى بنيت عليها . فوضعت لها وقتئذ نوموجراما مجسما **“Axonometric Chart”** يمكن بواسطته الحصول بكل دقة على تصميم قطاع الجسر مقابل أى ضاغط للمياه فوق منسوب أرض الزراعة ... ووضعنا مذكرة توضح هذه الاخطاء وأثرها على سلامة الجسور وبرابخ النيل التى ترتبط ارتباطا وثيقا بتخطيط أرانيك الجسور [1] . وقد أشارت الوزارة حينئذ بعرضه بمتحف النماذج بقناطر الدلتا . وما زال معروضا به حتى الآن . والصورة المجاورة تعطى فكرة عن هذا الجهاز .

---

(١) دراسة تطبيق أرانيك جسور النيل ومقترحات بشأنها – للمهندس محمد المدنى – قناطر الدلتا سنة ١٩٤٤

على أنه بالرغم من التعديلات المتتالية التى ادخلت على أرانيك جسور النيل فقد بقيت ظاهرتان لم يهتد الرأى الى تفسيرهما وهما :

الظاهرة الأولى : في الفيضانات التى يطول مكث ذروتها يظهرنشع المياه في المساطيح الخلفية وخاصة السفلى منها حتى ولو كانت هذه الفيضانات متوسطة الارتفاع مما دعا في الكثير من الاحيان الى تجاوز الابعاد السخية في أرانيك ماكدونالد .

الظاهرة الثانية : يظهر نشع المياه في الأراضي الزراعية المتاخمة لجسور النيل ويمتد مسافات الى الداخل يتفاوت بعدها من الجسر تبعا لانخفاض الأراضي ومكث الفيضان ... وقد تصل الى بضع مئات من الامتار . ويؤثر النشع تأثيرا سيئا على انتاج المحاصيل وبخاصة محصول الاذرة والقطن .

وقد بقيت لدينا هاتان الظاهرتان سرا غامضا الى ان تيسرت لنا دراسة حركة مياه الرشح في قطاع السد العالى بمختلف مكوناته من ذرات الطفل والطمى المتناهية في الدقة الى الرمال الناعمة والخشنة الى درجات مختلفة من كسارة الحجارة وذلك على ضوء النظريات الحديثة التى لم تكن معروفة تماما منذ ثلاثين سنة مضت .

ولا يفوتنى في هذا المقام أن اعترف بالجميل للدكتور مهندس **حسن زكى** الذى أتاح لى الفرصة للعمل بعض الوقت بمشروع السد العالى وكان له الفضل في توجيهى الى دراسة حركة المياه في باطن جسور النيل على ضوء ما كنا قد وقفنا عليه من معلومات قيمة عن خواص التربة وحركة المياه في باطنها وكانت الثمرة الأولى لذلك هو تخطيط الشبكات الكاملة لمسار الرشح وضغوطها البيزومترية **Flow uets** في باطن الجسور ولمسافات وافية في باطن الاراضي المتاخمة لها . ثم حساب كميات مياه الرشح ومساراتها العليا . وهذه الدراسة هى الممثلة في المجموعة الأولى من محتويات هذا الألبوم .

وكانت حادثة انقلاب القطار عند مفاغة عام ١٩٥٥ وما تبع ذلك من ادعاء مصلحة السكة الحديد من أن الحادث وقع بسبب تخلخل الأتربة تحت قضبان السكة الحديد لوجود مصرف بالقرب من الخط في هذا الموقع.وقد قمنا وقتئذ بدراسة مستفيضة لهذا الموضوع وأتضح لنا من متابعة مسار خطوط الرشح الصحيحة أن المصرف برىء من الحادث براءة الذئب من دم ابن يعقوب .



(من معروضات متحف القناطر الخيرية)

ولقد دفعنا ما أثير من جدل شديد حول هذا الموضوع الى استكمال دراساتنا للجسور الترابية بوجه عام ممثلة في أرانيك جسور النيل فتناولنا بالدراسة تدريجيا تأثير وجود المجارى المائية بجوارها أو على مقربة منها موضحين بالحساب مسار خطوط الرشح العليا في كل قطاع علاوة على شبكات خطوط مسار الرشح وضغوطها البيزومترية والابعاد المأمونة التى تخطط بمقتضاها المجارى المائية المجاورة على ما هو موضح بالمجموعات الأولى والثالثة والسادسة والسابعة .

وكان مما أتجه فكرنا اليه مؤخرا مصير جسور النيل الحالية بعد اختفاء ظاهرة الفيضان تقريبا نتيجة قيام السد العالى ... باستثناء (ما قد يدعو اليه الامر كل عشر سنوات أو نحو ذلك من صرف المياه الزائدة كلما واجه السد العالى فيضانا عاليا وهو في كامل امتلائه) ... وبذلك تصبح هذه الجسور بمساطيحها المتعددة فسيحة فضفاضة بما يزيد كثيرا عن الحاجة الحقيقية اليها .

وقد أدت دراستنا لهذه الحالة الى امكان الاستغناء عن **المساطيح** الخلفية بكل أمان والاكتفاء – في مواجهة الفيضانات القصيرة (التى تنشأ من صرف أقصي فائض منتظر من الخزان) – بوضع مرشحات تحت الطرف الخلفى للجسر تزود في نهايتها ببرابخ طولية لتصفية المياه التى تصلها الى أقرب مصرف . على ما هو موضح بالمجموعة السابعة .

وينتج عن اختصار جسور النيل بهذه الكيفية توفير ما مساحته نحو ٤٠٠٠ فدان قيمتها نحو ثلاثة ملايين‌من الجنيهات تدر دخلا سنويا لا يقل عن ٣٠٠٠٠٠ جنيه . ويمكن اجراء هذا التعديل تدريجيا حسب الأهمية ... (لوحة رقم ٥١) .

وبالاضافة الى جنى هذا الثمار سيكون من المنتظر سداد تكاليف هذا المشروع من ثمن الاتربة اذا وضعت لها أسعار معقولة تزيد من دخل المشروع ولا تبهظ كاهل أصحاب مصانع‌الطوب التى بدأ انتاجها يتأثر باختفاء طمى النيل حتى أن أولى الامر أخذوا يفكرون من الآن في امكان نقلها الى الواحات وهو ما يترتب عليه ارتفاع أسعار الطوب الذى هو أحد الخامات الاساسية للبناء والتشييد في الجمهورية .

كذلك من المفيد كثيرا لتحسين ثبات هذه الجسور تحويلها الى طرق رئيسية تؤخذ تكاليف **رصفها من دخول** هذا المشروع المتعددة الوجوه .

ولقد اختتمنا بيانات هذا الألبوم بقدر غير يسير من المعلومات عن خواص حركة المياه في التربة التى يستعان بها – على ضوء النظريات الحديثة – في وضع التصميمات الملائمة للجسور الترابية بأمان كاف تبعا لنوع التربة وظروف المجرى المائى والاحوال المحلية الاخرى .

مما تقدم يتبين لسيادتكم أن هذه الدراسة انما قصد بها في الحقيقة تصحيح الوضع بالنسبة لعمل‌ظل حتى الآن خاضعا للقواعد الاصطلاحية بالرغم من تطور النظريات التى تحكمها **والتى برزت** للوجود نتيجة للتحليل العلمى السليم الذى تؤيده التطبيقات العملية المستفيضة وقد أصبحت للمهندس في الوقت الحاضر من أدوات **حرفته** الأصيلة .

لذلك أبادر فأضع هذه الدراسة تحت نظر سيادتكم لتقرروا في‌شأنها ماترون بما يحقق الفائدة منها واثقا من أنه سيفوز بعنايتكم .

وتفضلوا سيادتكم بقبول فائق الاحترام ؟

يونيــو ١٩٦٨

المهندس
محمد عبد العال المدنى


الجسور الترابية للنيل والترع

(المجموعة الأولى)

مسار مياه الرشح للجسور بدون مرشحات


(حسب وضعها الراهن)

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ١ - المياه تعلو ٠٫٥٠ مترا فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠




لوحة رقم ٤

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٢ - المياه تعلو ١,٠٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠




لوحة رقم ٥

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٣ - المياه تعلو ١,٥٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠




لوحة رقم ٦

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٤ - المياه تعلو ٢,٠٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠




لوحة رقم ٧

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٥ - المياه تعلو ٢,٥٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠


لوحة رقم ٨

المجموعة الأولى ـ مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات ـ أنموذج رقم ٦ ـ المياه تعلو ٣,٠٠ متراً فوق أرض الزراعة ـ مقياس الرسم ١ : ١٠٠


المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٧ - المياه تعلو ٣,٥٠ متراً فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠




لوحة رقم ١٠

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٨ - المياه تعلو ٤,٠٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠



لوحة رقم ١١

المجموعة الأولى - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية بدون مرشحات - أنموذج رقم ٩ - المياه تعلو ٤,٥٠ متراً فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠


الجسور الترابية للنيل والترع

(المجموعة الثانية)


مسار مياه الرشح للجسور مزودة بمرشحات

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ١ - المياه تعلو ٥،٠٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠


لوحة رقم ١٤

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٢ - المياه تعلو ١,٠٠ متر فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠


المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٣ - المياه تعلو ١,٥٠ متراً فوق أرض الزراعة مقياس الرسم ١ : ١٠٠




لوحة رقم
١٦

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٤ - المياه تعلو ٢,٠٠ متراً فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠




لوحة رقم ١٧

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٥ - المياه تعلو ٢,٥٠ متراً فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠




لوحة رقم ١٨

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٦ - المياه تعلو ٣٫٠٠ مترًا فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠


لوحة رقم ١٩

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٧ - المياه تعلو ٣,٥٠ مترًا فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠


المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٨ - المياه تعلو ٤,٠٠ مترًا فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١:١٠٠



لوحة رقم ٢١

المجموعة الثانية - مسار مياه الرشح بالجسور الترابية مزودة بمرشحات - أنموذج رقم ٩ - المياه تعلو ٤,٥٠ مترا فوق أرض الزراعة - مقياس الرسم ١ : ١٠٠



الجسور الترابية للنيل والترع

المجموعة الثالثة


تأثير بعد المجارى المائية من النهاية الخلفية للجسور والتصميمات المترتبة عليه

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

تأثير بعد المصرف على خطوط سير الرشح

المياه تعلو ٢,٠٠ مترا فوق منسوب أرض الزراعة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠



$(q = \frac{1}{n_d} \times k \times h)$

مقدار الرشح بالمصرف أ = $\frac{١٥}{٣٤} \times k \times ٤٠$

مقدار الرشح بالمصرف ب = $\frac{١٠}{٣٦} \times k \times ٤٠$

$\frac{\text{كمية الرشح من أ}}{\text{كمية الرشح من ب}}$ = ١,٥٩ (أنظر اللوحة رقم ٣٠)

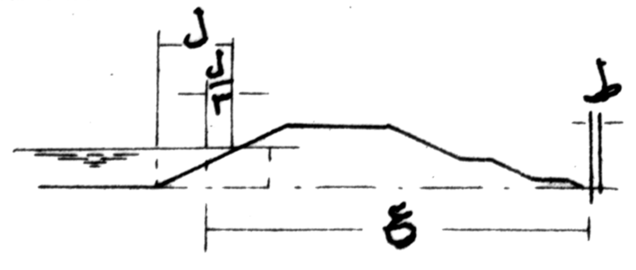
تصميم جسر متاخم لمصرف

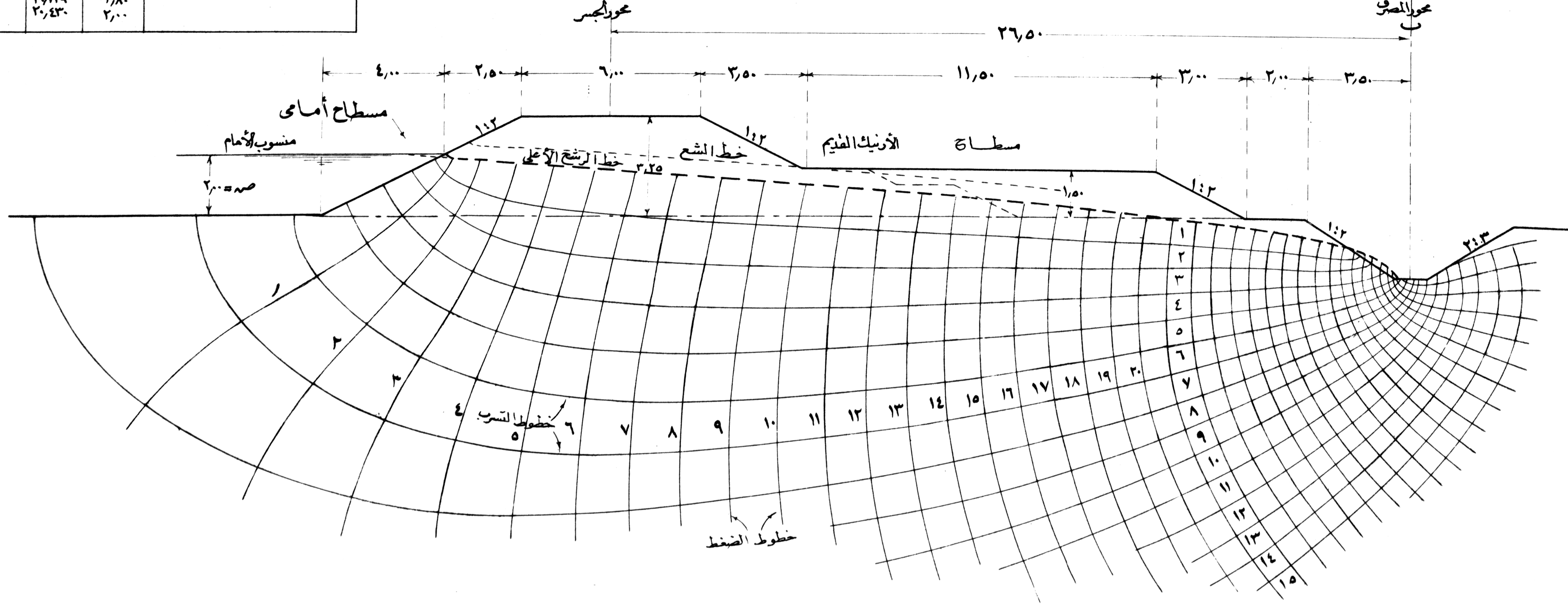
ومبين عليه حركة تسرب المياه من أمام الجسر إلى المصرف
(المياه تعلو ٢,٠٠ متر فوق منسوب أرض الزراعة)

مقياس الرسم (١ : ١٠٠)

حساب خط الرشح الأعلى

	س	ص
	٠,٢٥٥	٠,٢٠
	٠,٨٧٣	٠,٤٠
	١,٩٠٤	٠,٦٠
	٣,٣٤٧	٠,٨٠
	٥,٢٣	١,٠٠
	١٠,١٥١	١,٤٠
	١٦,٧٢٩	١,٨٠
	٢٠,٤٣٠	٢,٠٠





تصميم جسر مزوّد برشح ومتاخم لمصرف

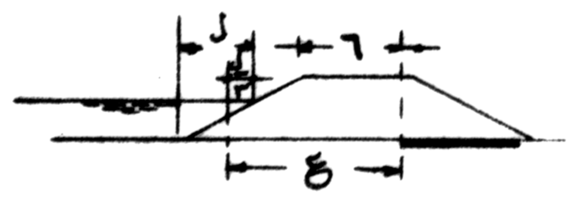
ومبين عليه حركة تسرب المياه


(المياه تعلو ٢,٠٠ متر فوق أرض الزراعة)

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

حساب احداثيات منحنى الرشح الأعلى

ص	س	
٠,٢٠	,٢٠٠	
٠,٤٠	,٣٤٣	
٠,٦٠	٠,٩١٥٥	
٠,٨٠	١,٦٥١	
١,٠٠	٢,٤٦٤	
١,٤٠	٤,٧٢٨	
١,٨٠	٧,٧٤٧	
٢,٠٠	٩,٥٤٢	





ملحوظة : خطوط الرشح والضغوط الموضحة بالشرط تبين تأثير المصرف على شبكة الرشح والضغوط بدون مصرف

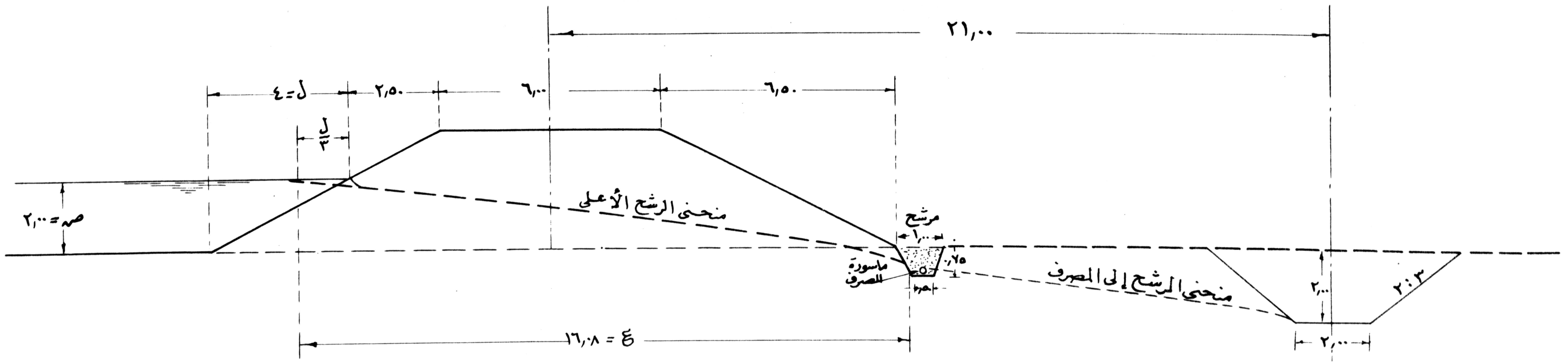
لوحة رقم ٢٦

تحديد بعد مصرف من جسر مزوّد بمرشح بسيط

عند نهاية ميله الخلفي

(المياه تعلو ٢,٠٠ متر فوق أرض الزراعة)

مقياس الرسم ١ : ١٠٠



الجسور الترابية للنيل والترع

المجموعة الرابعة

حد الرشح الأعلى للأرانيك المعتمدة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

المجموعة الرابعة

نعطى هذه النماذج الحدود الدنيا للأبعاد اللازم التخطيط أرانيك الجسور عندما تكون مناسب أرض الزراعة تحت مناسيب الفيضان بمقدار يتراوح بين نصف متر و ٤,٥٠ مترا .

شرح

أ - يمثل الحد الأعلى للرشح خط منحنى مخروط ناقص إحداثياته مبينة بالجدول الموضح قرين كل قطاع وهو يحسب من المعادلة "س" $= \frac{ص^2 + ط^2}{2 ط}$. والرمز "س" هو محور الأفقيات . والرمز "ص" هو محور الرأسيات . والرمز "ط" هو بعد دليل المخروط عن البورة وهو يحسب من المعادلة $\sqrt{ع^2 + ص^2} - ع$ وتحدد البورة بنقطة تقابل الميل الخلفى لأتربة الجسر بارض الزراعة .

ب - وصممت التعديلات المطلوبة على أساس تغطية منحنى يوازى المنحنى سالف الذكر ويعلوه بمقدار نصف متر وذلك إحتياطا لتأثير نشع المياه .

حـ - يتلاحظ أن إرتفاع المسطاح الأوطى فى التعديل لا يقل بأى حال من الأحوال على مترين فوق أرض الزراعة .

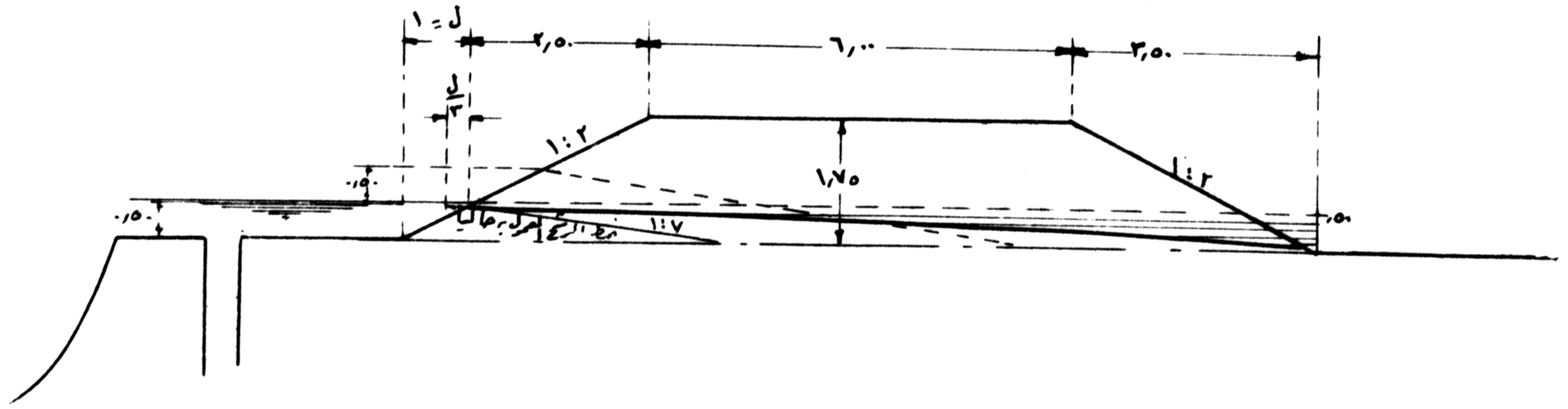
ء - يراعى عند الحاجة القصوى إلى عمل حفر لأخذ أتربة الجسر أن تكون على بعد لا يقل عن عشرة أمتار من نهاية الميل الخلفى للجسر ولا يزيد عمقها عن متر .

هـ - فى حالة مرور خط سكة حديد على الجسر ينحتم وجود مسطاح أمامى يعلو فوق منسوب الفيضان بمقدار نصف متر ويساوى عرضه عمق المياه زائد نصف متر ، وبحيث لا يقل مقداره عن أربعة أمتار كما هو موضح باللوحة رقم ٢٥

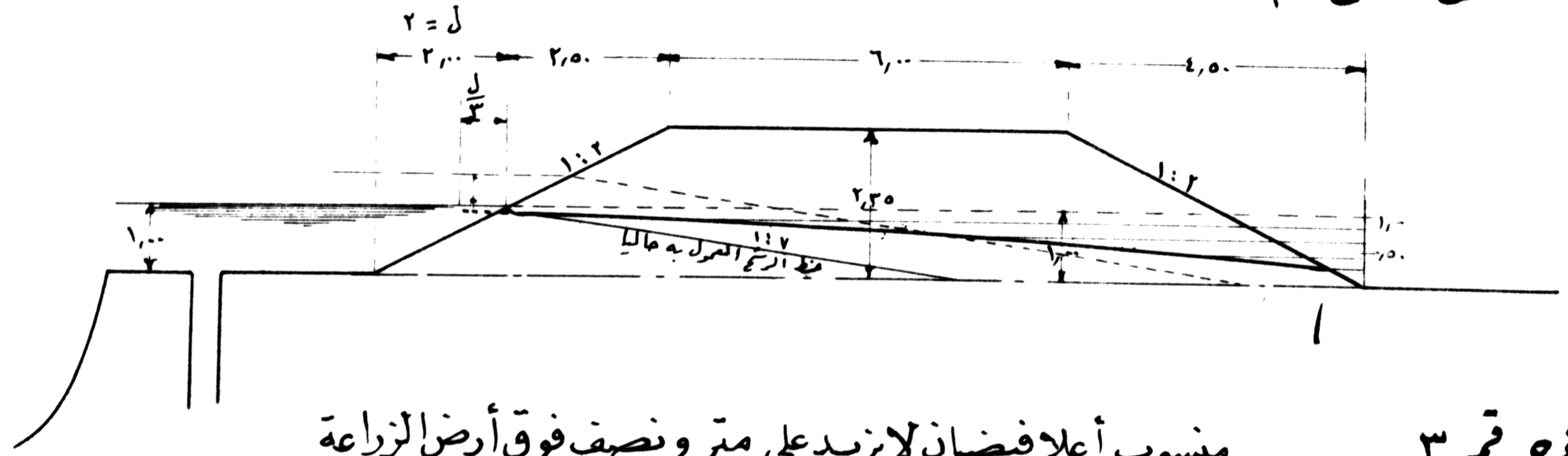
قطاع أنموذج رقم ٤ — منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين فوق أرض الزراعة

لوحة رقم ٢٩
المجموعة الرابعة
مقياس الرسم ١:١٠٠

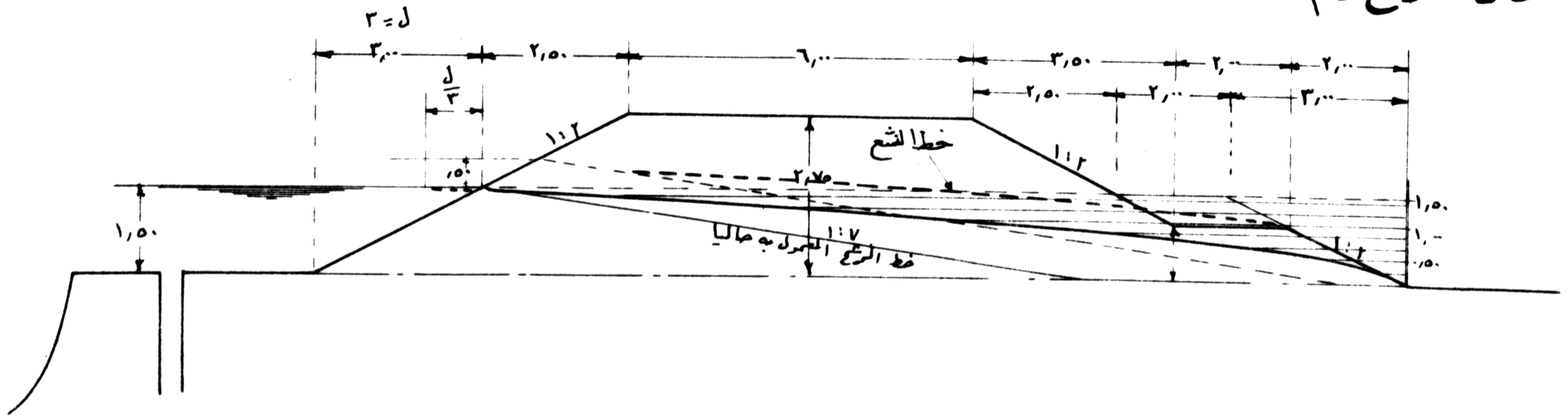
قطاع أنموذج رقم ١
منسوب أعلا فيضان لا يزيد على نصف متر فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٢
منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر فوق أرض الزراعة



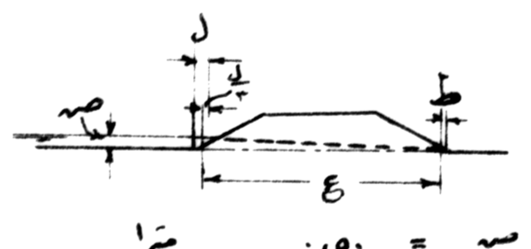
قطاع أنموذج رقم ٣
منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر ونصف فوق أرض الزراعة



حساب منحنيات الرشح الأعلى للنماذج المختلفة

أنموذج رقم ١

	ص	س
	٠,١٠	٠,٤٩٨
	٠,٢٠	١,٩٧٩
	٠,٣٠	٤,٤٤٠
	٠,٤٠	١,٩٠٢
	٠,٥٠	١٢,٣٤٠



ص = ٠,٥٠ متراً
ع = ١٢,٢٣٣ "
ط = ٠,٠١ "

أنموذج رقم ٢

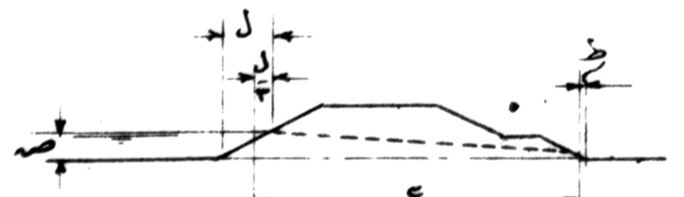
	ص	س
	٠,٢٠	,٥٧٣
	٠,٤٠	٢,٢٤٠
	٠,٦٠	٥,٠١٨
	٠,٨٠	٨,٩٠٦
	١,٠٠	١٣,٧٠٦



ص = ١,٠٠٠ متراً
ع = ١٣,٦٦٧ "
ط = ٠,٠٣٦ "

أنموذج رقم ٣

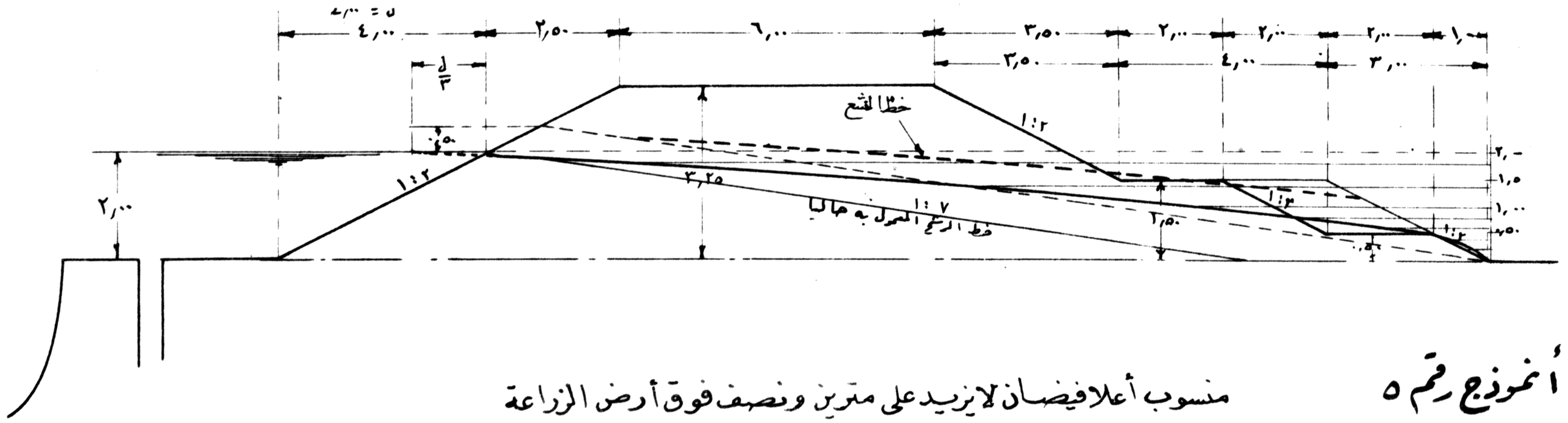
	ص	س
	,٢٠	,٣٣٦
	٠,٤٠	١,٢٤٥
	٠,٦٠	٢,٧٦٠
	٠,٨٠	٤,٨٨١
	١,٠٠	٧,٦٠٨
	١,٢٠	١٠,٩٤٢
	١,٤٠	١٤,٨٨٠
	١,٥٠	١٧,٠٦٦



ص = ١,٥٠٠ متراً
ع = ١٧,٠٠٠ "
ط = ٠,٠٦٦ "

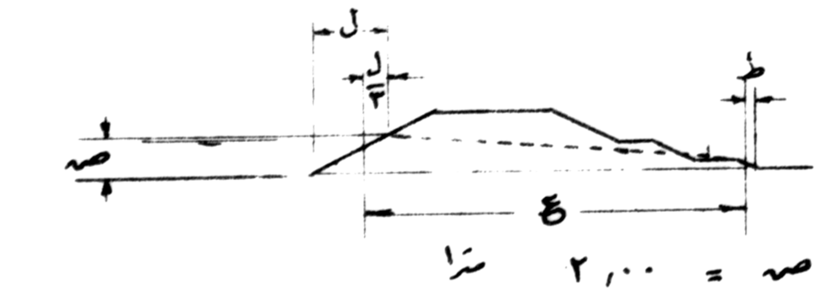
لوحة رقم ٣٠
تابع المجموعة الرابعة
مقياس الرسم ١ : ١٠٠

قطاع أنموذج رقم ٤



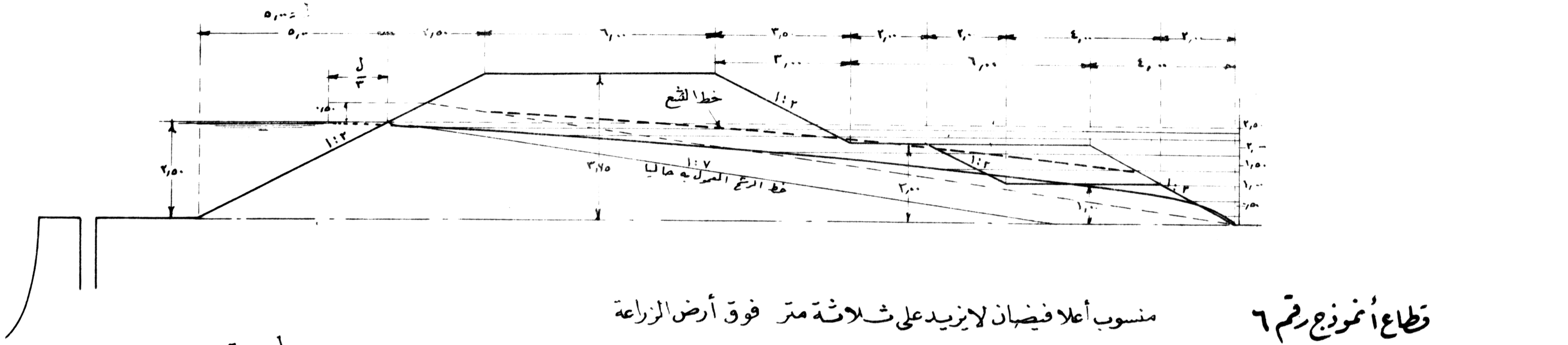
أنموذج رقم ٤

ص	س	
٠,٢٠	,٢٥٠	
,٤٠	٠,٨٧٣	
,٦٠	١,٩٠٤	
,٨٠	٢,٣٤٠	
١,٠٠	٥,٢٠٣	
١,٤٠	١٠,١٥١	
١,٨٠	١٦,٧٢٩	
٢,٠٠	٢٠,٤٣٠	



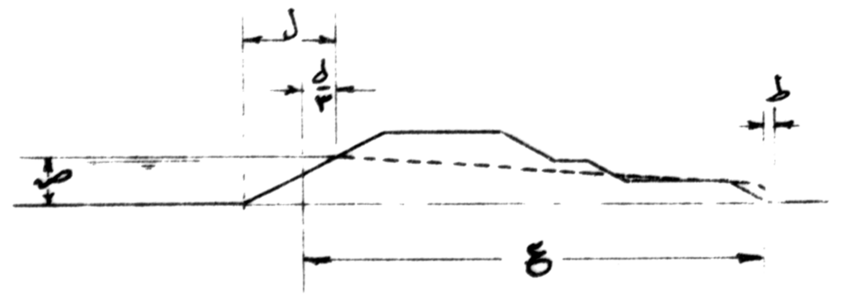
ص = ٢,٠٠ مترا
ع = ٢٠,٢٢٣ "
ط = ٠,٠٩٧ "

قطاع أنموذج رقم ٥
منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين ونصف فوق أرض الزراعة



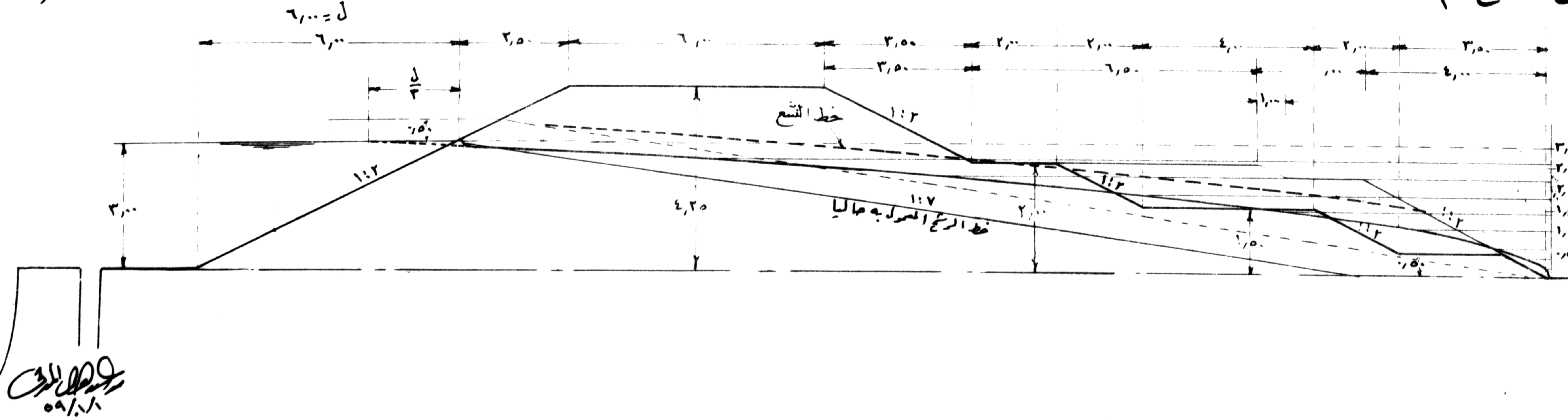
أنموذج رقم ٥

ص	س	
١٠,٢٠	,٢١٧	
,٤٠	,٦٧٢	
,٦٠	١,٠٤٢	
١,٠٠	٣,٨٥	
١,٤٠	٧,٤٩	
١,٨٠	١٢,٣٣	
٢,٢٠	١٨,٣٩	
٢,٤٠	٢١,٨٨	
٢,٥٠	٢٣,٧٩٥	



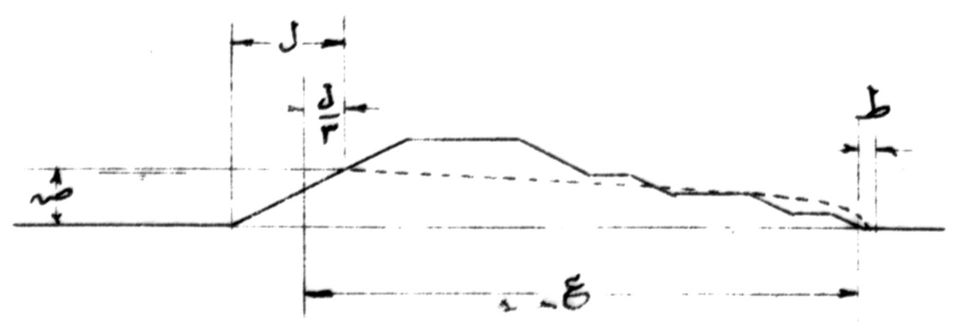
ص = ٢,٥٠ مترا
ع = ٢٣,٦٦٧ "
ط = ,١٣٢ "

قطاع أنموذج رقم ٦
منسوب أعلا فيضان لا يزيد على ثلاثة متر فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٦

ص	س	
,٢٠	,٢٠٦٨	
٠,٤٠	,٥٧٤٩	
٠,٦٠	١,١٨٨	
١,٠٠	٣,١٥٢	
١,٤٠	٦,٠٩٦	
١,٨٠	١٠,٠٢٢	
٢,٣٠	١٤,٩٣١	
٢,٦٠	٢٠,٧٩٣	
٣,٠٠	٢٣,٦٦٣	

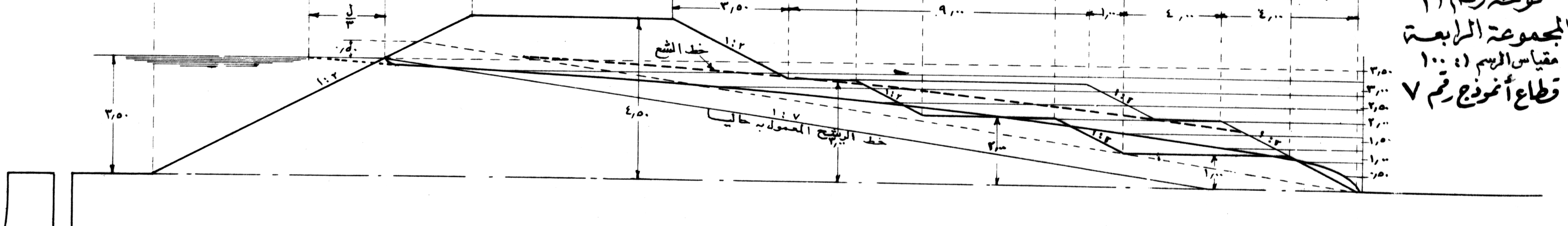


ص = ٣,٠٠ متر
ع = ٢٧,٥٠ "
ط = ٠,١٦٣

لوحة رقم ٢١
المجموعة الرابعة
مقياس الرسم ١ : ١٠٠

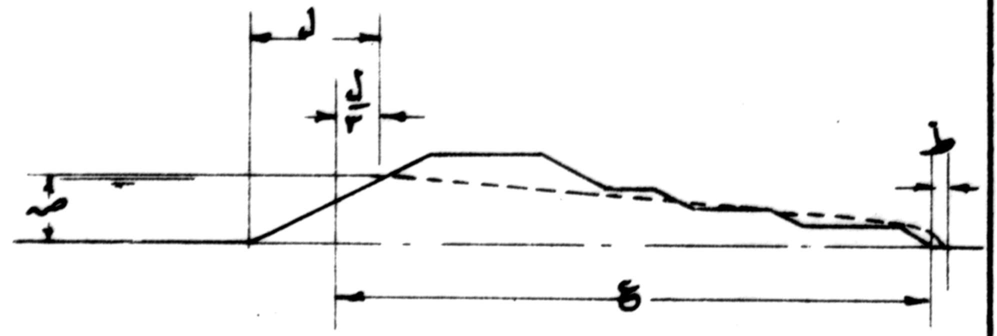
قطاع أنموذج رقم ٧

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على ثلاثة متر ونصف فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٧

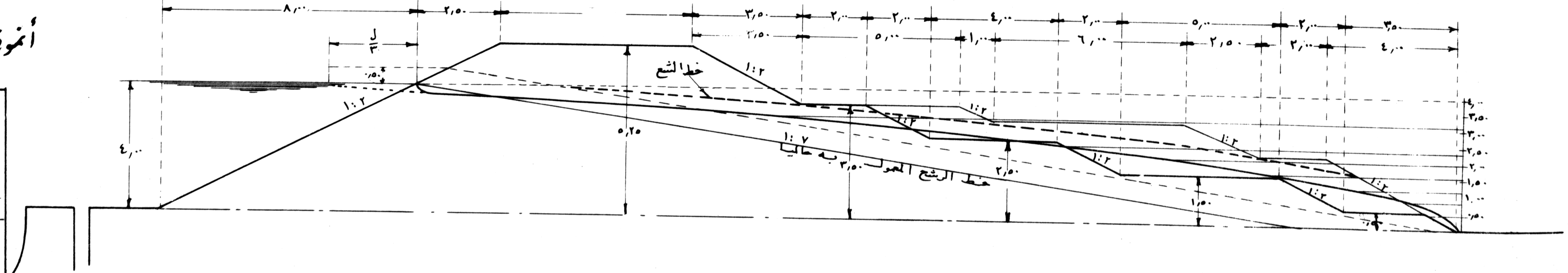
	س	ص
	,٥٠٨	٠,٤٠
	١,٧٣٩	٠,٨٠
	٣,٧٩٠	١,٢٠
	٥,١٢٣	١,٦٠
	١٠,٣٥٤	٢,٠٠
	١٤,٨٦٧	٢,٤٠
	٢٠,٢٠٠	٢,٨٠
	٢٦,٣٥٤	٣,٢٠
	٣١,٥٢٨	٣,٥٠



ص = ٣,٥٠٠ مترا
ع = ٣١,٣٣٣ "
ط = ٠,١٩٥

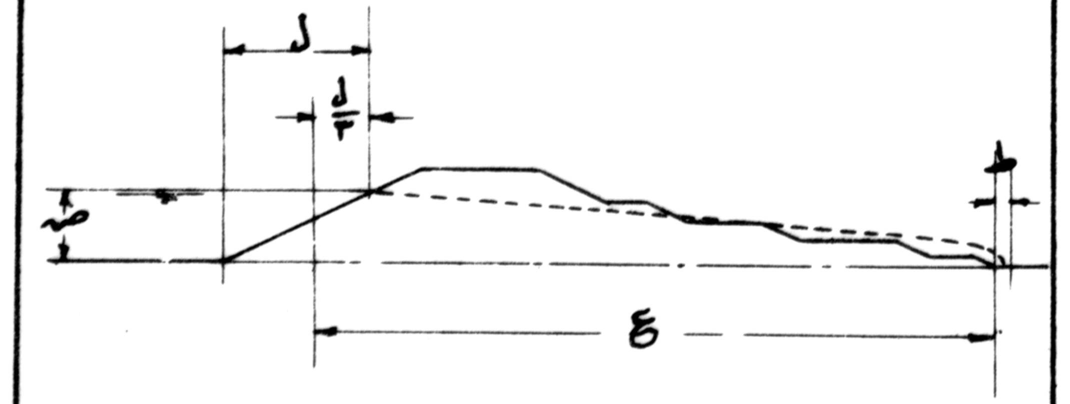
قطاع أنموذج رقم ٨

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على أربعة متر فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٨

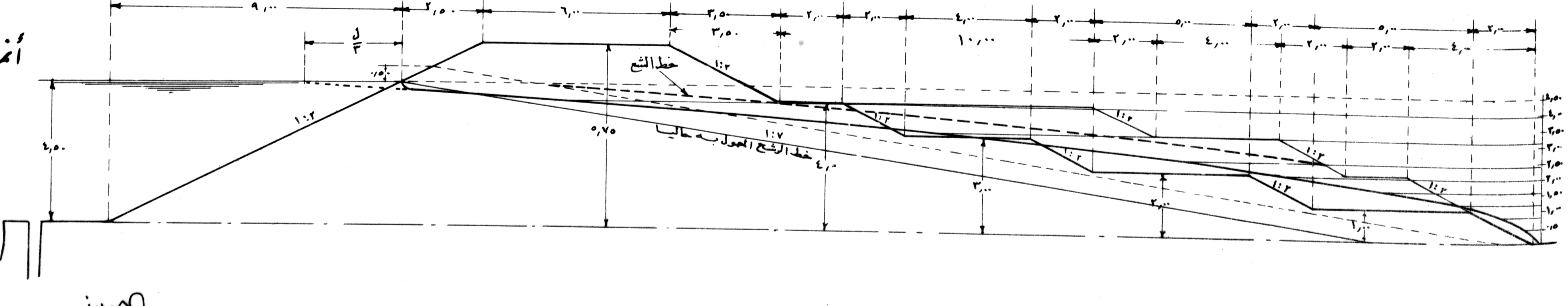
	س	ص
	٠,٥٢٣	,٤٠
	١,٥٨٢	,٨٠
	٣,٣٤٣	١,٢٠
	٥,٨١٧	١,٦٠
	٨,٩٨٣	٢,٠٠
	١٢,٨٥٩	٢,٤٠
	٢٢,٧٢٧	١,٢٠
	٣٥,٣٩٤	٤,٠٠



ص = ٤,٠٠ مترا
ع = ٢٥,١٦٧ "
ط = ٠,٢٢٧ "

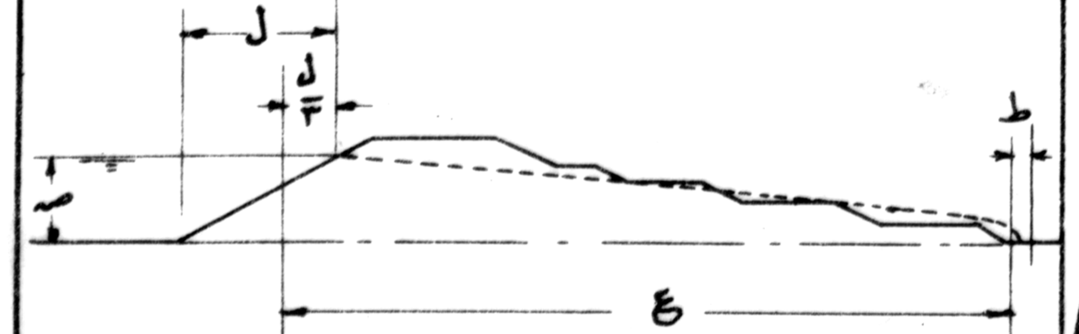
قطاع أنموذج رقم ٩

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على أربعة متر ونصف فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٩

	س	ص
	٤٣٨٧	,٤٠
	١,٢٦٦	,٨٠
	٢,٩١٣	١,٢٠
	٥,٠٧٧	١,٦٠
	٧,٨٦٠	٢,٠٠
	١١,٣٦٣	٢,٤٠
	١٩,٩٢١	٣,٢٠
	٣١,٠٥٣	٤,٠٠
	٣٩,٢٥٩	٤,٥٠



ص = ٤,٥٠٠ مترا
ع = ٣٩,٠٠ "
ط = ٠,٢٥٩ "

الجسور الترابية للنيل والترع

المجموعة الخامسة

خط الرشح الأعلى ـ الجسور مزودة بالمرشحات

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

لوحة رقم ٣٣

ملاحظات :

أ - يمثل الحد الأعلى للرشح خط منحنى مخروط ناقص إحداثياته مبينة بالجدول قرين كل ، ويحسب من المعادلة س = $\frac{ص^٢ + ط^٢}{٢ ط}$ والرمز س هو عبارة عن محور الأفقيات والرمز ص هو محور الرأسيات والرمز ط هو بُعد دليل المخروط عن البورة ، وهو يحسب من المعادلة ط = $\sqrt{ع^٢ + ض^٢} - ع$ ويحدد بعد البورة بنقطة البداية الداخلية للمرشح

ب - وتشغل المرشحات بوجه عام حوالى ثلث قاعدة الجسر على الأكثر من جهة أرض الزراعة مبتدئة على مسافة متر واحد من نهاية الميل الخلفى وتمتد إلى الداخل مسافة نحو ٦ أمتار فى نماذج القطاعات من رقم ٤ إلى ٩ وإلى مسافة ٤٫٥٠ مترا فى أنموذج القطاع رقم ٣ وإلى مسافة ٤ أمتار بأنموذجى القطاعين رقمى ١ ، ٢ وتتألف مادة المرشح من خليط من الرمل والزلط المتدرج المقاسات بحيث يتفق مع الاشتراطات المقررة وهى تحدد بالنسبة الآتية : $\frac{D_{15}(\text{of Filter})}{D_{85}(\text{of soil})} < (4\text{-}5) < \frac{D_{15}(\text{of Filter})}{D_{15}(\text{of soil})}$ والشرط المبين بالجانب الأخير هو لضمان عدم تسرب مادة الأتربة من مسام المرشح وتقدر أقطار المواسير حسب ماتمليه اختبارات عينات التربة بالمعمل، ومشاهدات الطبيعة

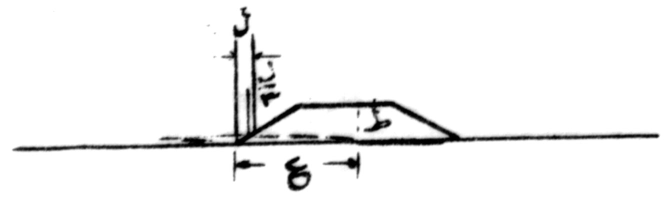
جـ - يراعى عند الحاجة القصوى إلى عمل حفر لأخذ أتربة الجسر أن تكون على بعد لا يقل عن ١٠ متر من نهاية الميل الخلفى للجسر ، ولا يزيد عمقها عن متر

د - فى حالة مرور خط سكة حديد على الجسر يتحتم وجود مسطاح أمامى يعلو فوق منسوب الفيضان بمقدار نصف متر ، ويساوى عرضه عمق المياه زائدا نصف متر . وبحيث لا يقل مقداره عن أربعة أمتار كما هو موضح باللوحة رقم ٢٦ ك

حساب منحنيات الرشح الأعلى للنماذج المختلفة

أنموذج رقم ١

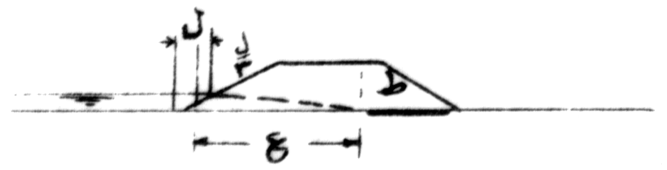
ص	س	
٠,١٠	٠,٣٠٣	
٠,٢٠	١,١٨٥	
٠,٣٠	٢,٦٥٦	
٠,٤٠	٤,٧١٤	
٠,٥٠	٧,٣٤٧	



ص = ٠,٥٠ متر
ع = ٧,٢٣ "
ط = ٠,٠١٧ "

أنموذج رقم ٢

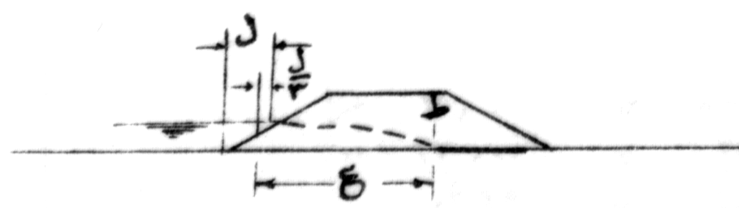
ص	س	
٠,٢٠	,٣٧٩	
٠,٤٠	١,٤٣٢	
٠,٦٠	٣,٧٨٦	
٠,٨٠	٥,٦٤٣	
١,٠٠	٨,٧٢٤	



ص = ١,٠٠ متر
ع = ١,٦٦٧ "
ط = ,٠٥٧ "

أنموذج رقم ٣

ص	س	
٠,٢٠	,٢٢٩	
,٤٠	٠,٧٣٧	
,٦٠	١,٥٨٤	
,٨٠	٢,٧٧١	
١,٠٠	٤,٢٩٦	
١,٢٠	٦,١٦١	
١,٤٠	٨,٣٦٤	
١,٥٠	٩,٦١٨	



ص = ١,٥٠ متر
ع = ٩,٥٠ "
ط = ٠,١١٨ "

١٩٥٩/٨/١

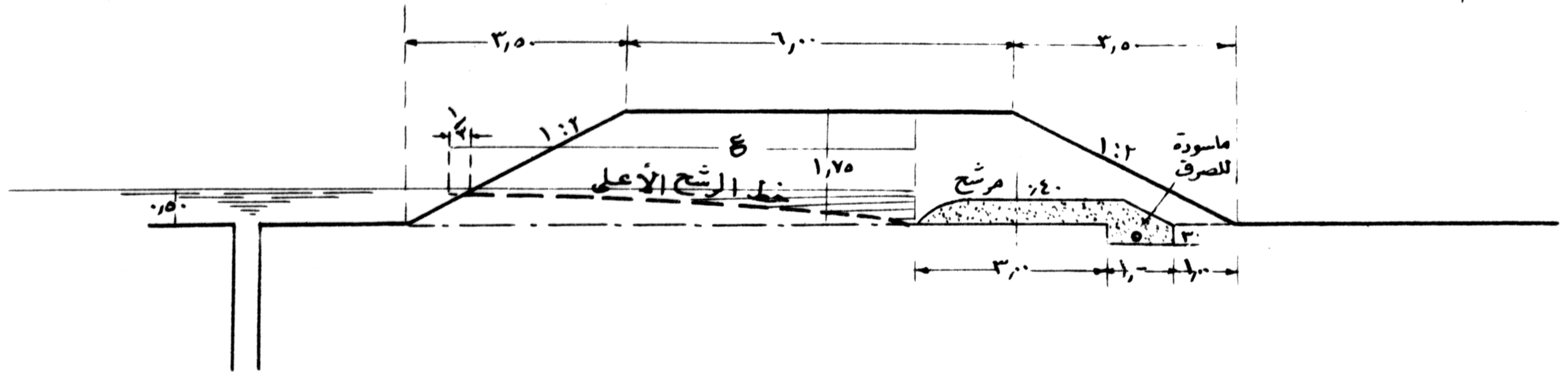
لوحة رقم ٣٤

المجموعة الخامسة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

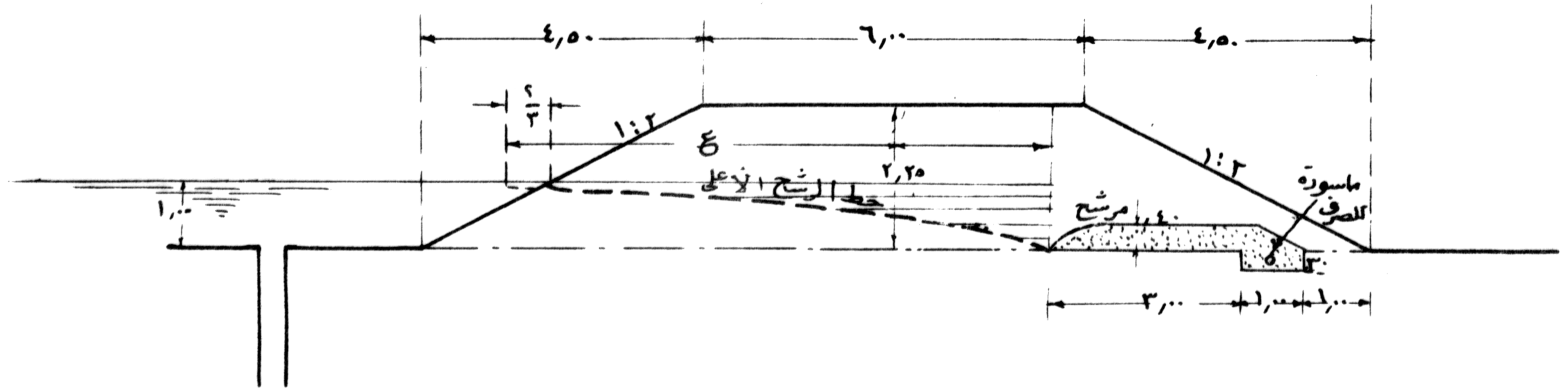
قطاع أنموذج رقم ١

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على نصف متر فوق أرض الزراعة



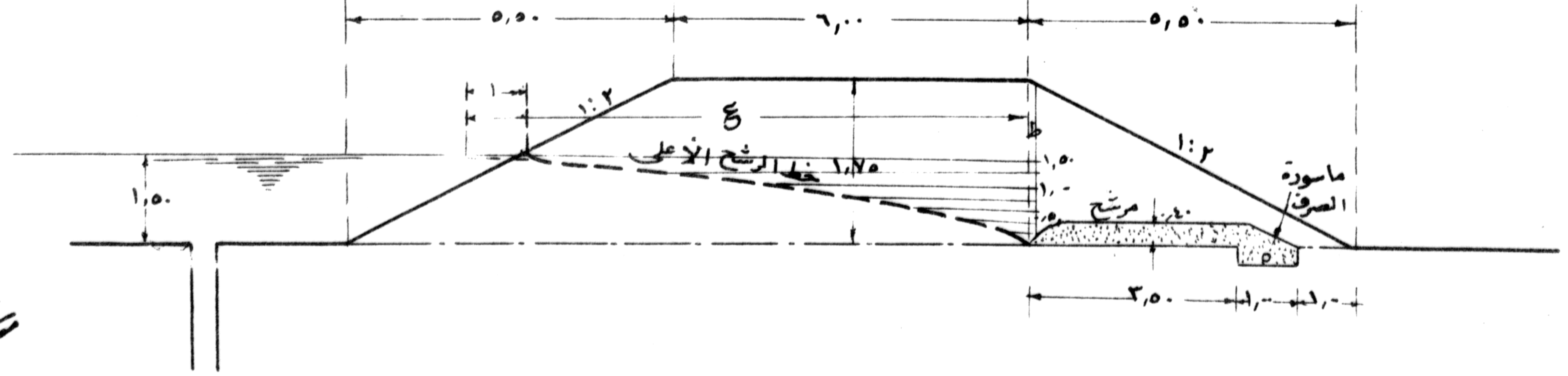
قطاع أنموذج رقم ٢

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٣

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر ونصف فوق أرض الزراعة



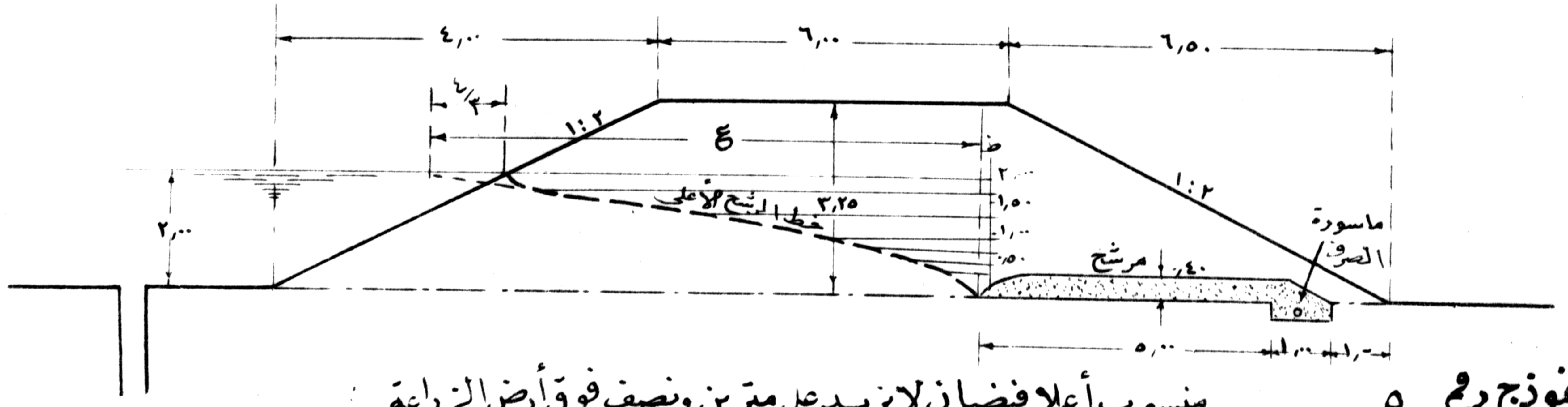
لوحة رقم ٣٥

تابع المجموعة الخامسة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

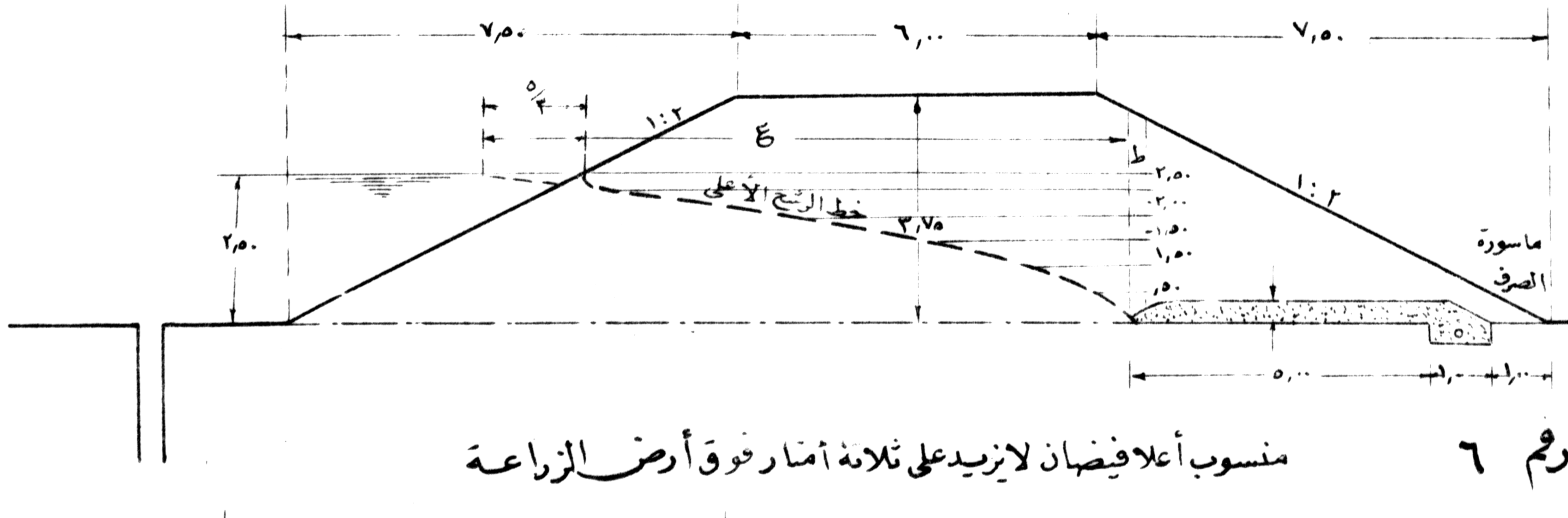
قطاع أنموذج رقم ٤

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين فوق أرض الزراعة



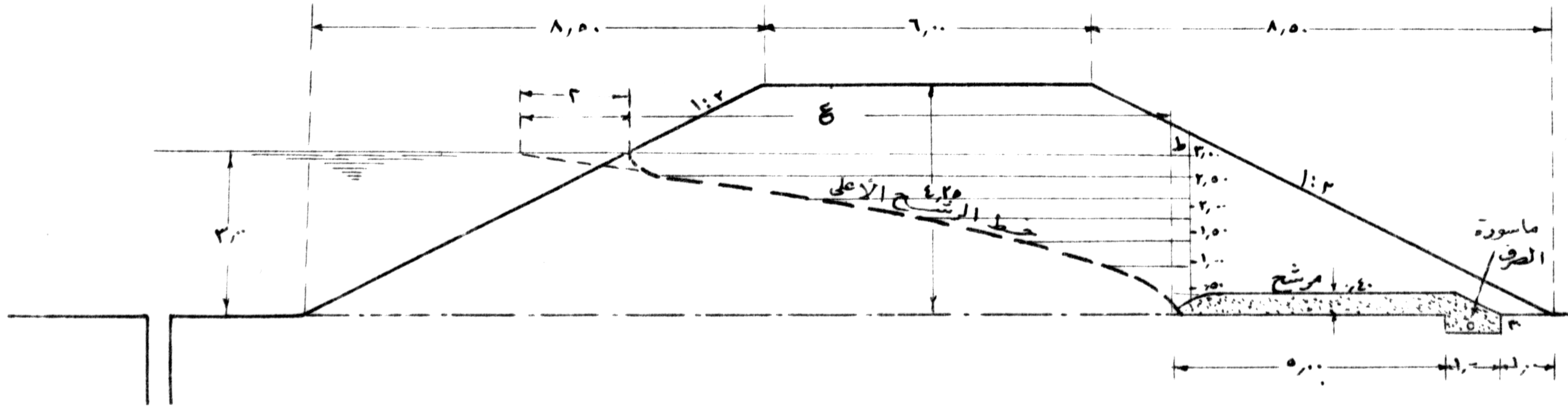
قطاع أنموذج رقم ٥

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين ونصف فوق أرض الزراعة



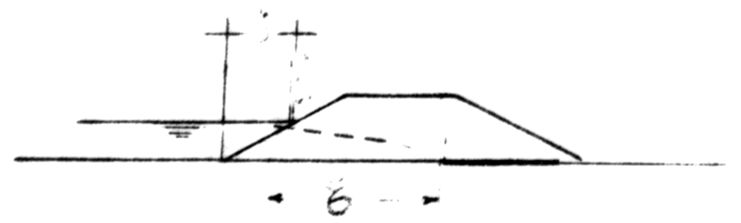
قطاع أنموذج رقم ٦

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على ثلاثة أمتار فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٤

	س	ص
	٠,٢٠٠	,٢٠
	٠,٤٨٣	٠,٤٠
	٠,٩٥٥	,٦٠
	١,٦١٥	,٨٠
	٢,٤٦٤	١,٠٠
	٤,٧٢٨	١,٤٠
	٧,٧٤٧	١,٨٠
	٩,٥٤٢	٢,٠٠



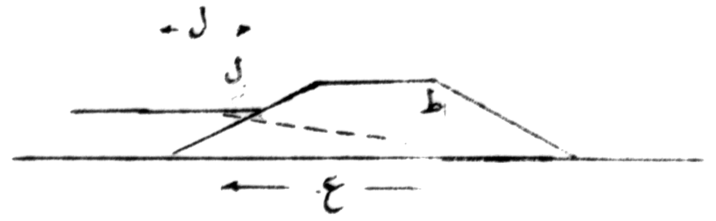
صه = ٢,٠٠ مترا

ع = ٩,٢٣ "

ط = ٠,٢١٢ "

أنموذج رقم ٥

	س	ص
	٠,٢١٤	,٢٠
	٠,٤٢١	,٤٠
	,٧٦٧	,٦٠
	١,٨٧٥	١,٠٠
	٣,٥٣٦	١,٤٠
	٥,٧٥٠	١,٨٠
	٨,٥١٨	٢,٢٠
	١٠,١١٠	٢,٤٠
	١٠,٩٥٦	٠



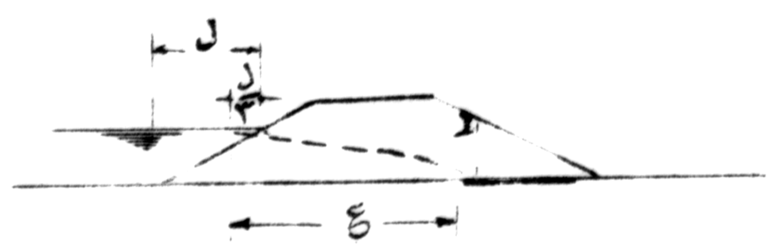
صه = ٢,٥٠ مترا

ع = ١٠,٦٦٠ "

ط = ٠,٢٨٩ "

أنموذج رقم ٦

	س	ص
	٠,٢٣٩	٠,٢٠
	٠,٤٠١	٠,٤٠
	٠,٦٧٢	٠,٦٠
	١,٥٤٠	١,٠٠
	٢,٨٤٠	١,٤٠
	٤,٥٧٥	١,٨٠
	٦,٧٤٣	٢,٢٠
	٩,٣٤٤	٢,٤٠
	١٢,٣٦٩	٣,٠٠



صه = ٣,٠٠ مترا

ع = ١٢,٠٠ "

ط = ٠,٣٦٩

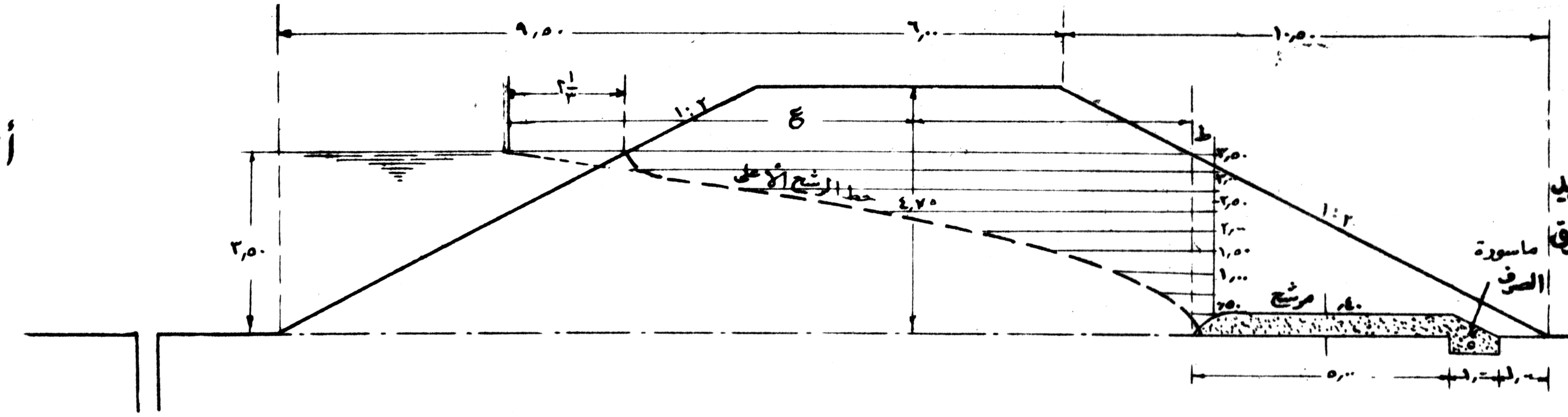
لوحة رقم ٣٦

تابع المجموعة الخامسة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

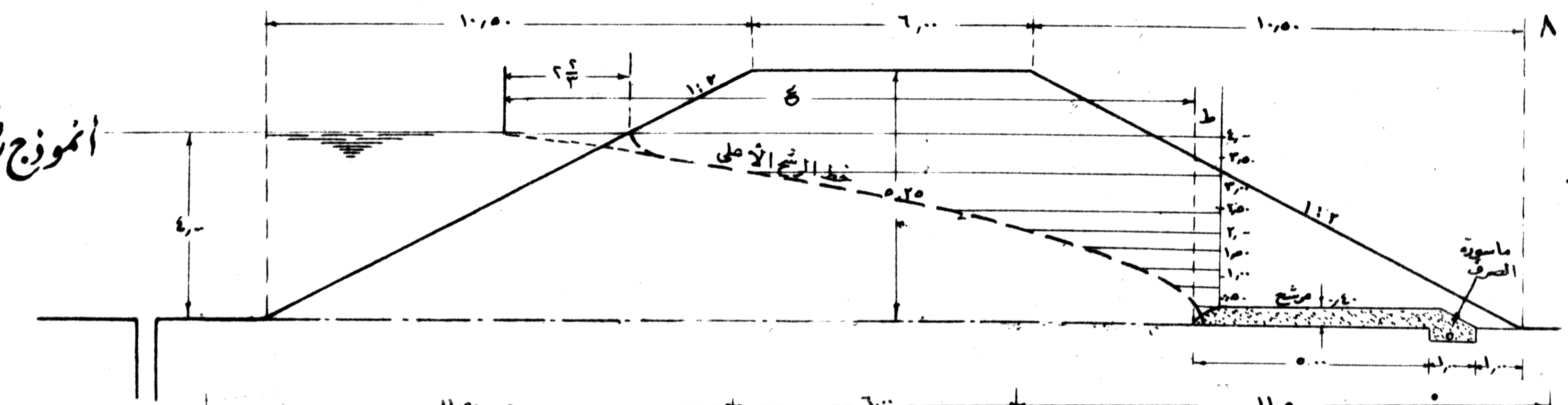
قطاع أنموذج رقم ٧

منسوب أعلى فيضان لايزيد على ثلاثة أمتار ونصف فوق أرض الزراعة



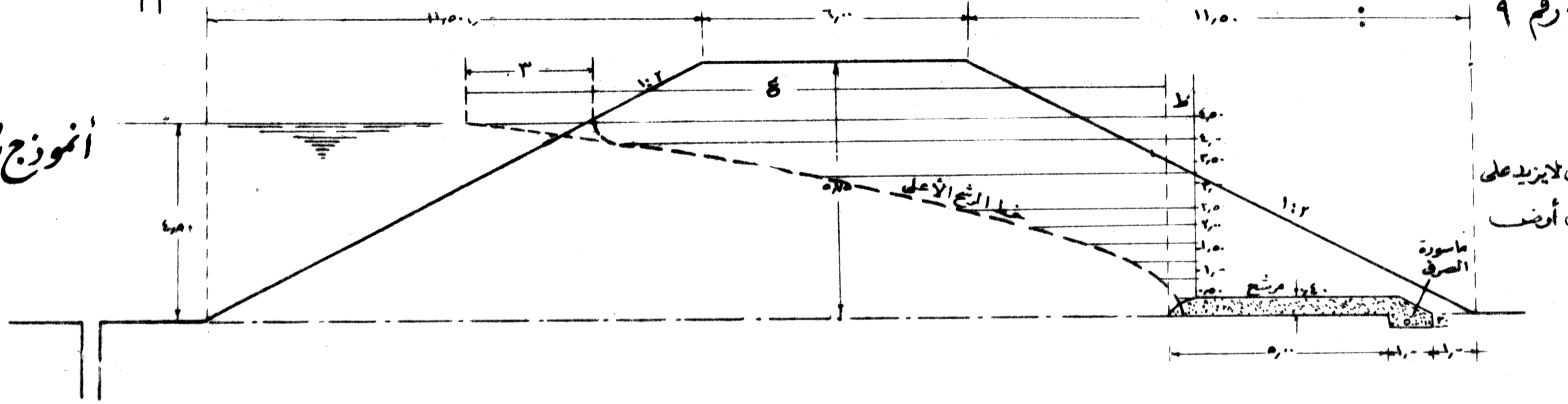
قطاع أنموذج رقم ٨

منسوب أعلى فيضان لايزيد على أربعة أمتار فوق أرض الزراعة



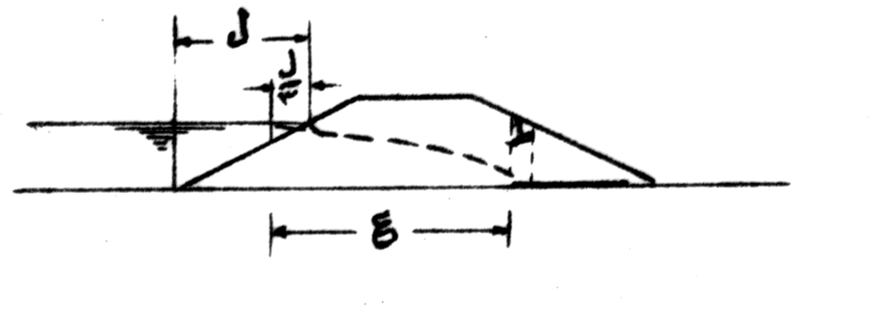
قطاع أنموذج رقم ٩

منسوب أعلى فيضان لايزيد على أربعة أمتار ونصف فوق أرض الزراعة



أنموذج رقم ٧

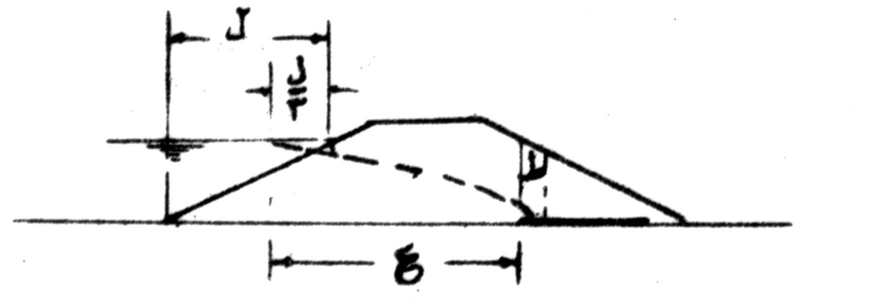
	س	ص
	،٤٠٣	٠،٤٠
	،٩٣٤	٠،٨٠
	١،٨١٩	١،٢٠
	٣،٠٥٨	١،٦٠
	٤،٦٥١	٢،٠٠
	٦،٥٩٨	٢،٤٠
	٨،٨٩٨	٢،٨٠
	١١،٥٥٣	٣،٢٠
	١٣،٧٨٢	٣،٥٠



هـ = ٣،٥٠ مترا
ع = ١٣،٣٣ "
ط = ٠،٤٥٢ "

أنموذج رقم ٨

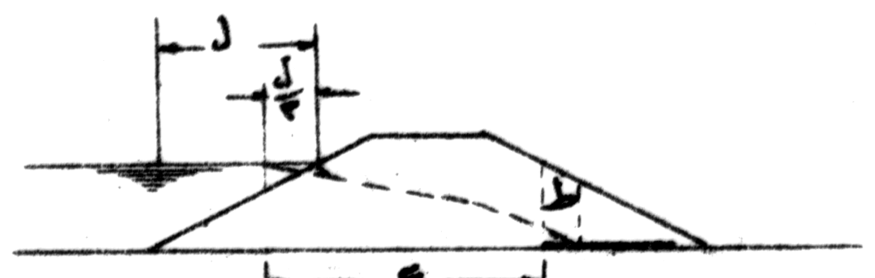
	س	ص
	،٤١٧	،٤٠
	٠،٨٦٦	،٨٠
	١،٦١٣	١،٢٠
	٢،٦٦٠	١،٦٠
	٤،٠٠٦	٢،٠٠
	٥،٦٥١	٢،٤٠
	٩،٨٣٧	٣،٢٠
	٥،٢٠٢	٤،٠٠



هـ = ٤،٠٠ مترا
ع = ١٤،٦٦٧ "
ط = ٠،٥٢٥ "

أنموذج رقم ٩

	س	ص
	،٤٣٩	،٤٠
	٠،٨٢٦	،٨٠
	١،٤٧١	١،٢٠
	٢،٣٧٤	١،٦٠
	٣،٥٣٦	٢،٠٠
	٤،٩٠٠	٢،٤٠
	٨،٥٦٨	٣،٢٠
	١٣،٢١٣	٤،٠٠
	١٦،٦٢٠	٤،٥٠



هـ = ٤،٥٠ مترا
ع = ١٦،٠٠ "
ط = ٠،٦٢٠ "

١٩٥٩/١/١

الجسور الترابية للنيل والترع

المجموعة السادسة

أرانيك الجسور بدون مرشحات

مع وجود مجارى مائية أخرى بالقرب من النهاية الخلفية للجسر مبينا عليها

التصميم الحالى للجسور والتعديلات الواجب إدخالها عليها والحدود الأدنى للبعد بين محاور

الجسور والمجارى المائية المجاورة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

المجموعة السادسة

١- بيانات تصميمية

أ. يمثل الحد الاعلى للرشح خط منحنى مخروط ناقص تحسب احداثياته من المعادلة $س = \frac{ص^{2} + ط^{2}}{2ط}$ حيث الرمز "س" هو محور الافقيات والرمز ص هو محور الرأسيات . والرمز ط هو بُعد دليل المخروط عن البورة وهو يحسب من المعادلة $ط = \sqrt{ع^{2} + ص^{2}} - ع$ وتتحدد البورة بالنقطة الجانبية لتقابل ميل المجرى المائى مع مستوى قاعه .

ب. وصممت التعديلات المطلوبة على اساس تغطية منحنى يوازى المنحنى سالف الذكر ، ويعلوه بمقدار نصف متر ، وذلك احتياطا لتاثير نشع المياه .

ح. فيما عدا أنموذجى القطاع ١ ، ٢ لا يقل ارتفاع المسطاح الأسفل عن مترين .

ء. لا يقل المسطاح الواقع بين نهاية أتربة الجسر والمجرى المائى عن مترين

٢- ملاحظات :

أ. الملون باللون الأحمر هو التعديل المقترح إدخاله على الأرانيك المعتمدة المتقدم ذكرها لمنع ظهور الرشح بالمساطيح الخلفية .

ب. الأرانيك الأصلية : هى المعتمدة من مستشار وزارة الأشغال العمومية (سير مردوخ ماكدونالد) عام ١٩١٤ م .

ح. فى حالة مرور خط سكة حديد على الجسر ينحتم وجود مسطاح أمامى يعلو فوق منسوب الفيضان بمقدار نصف متر ويساوى عرضه عمق المياه زائدا نصف متر ، وبحيث لا يقل مقداره عن أربعة أمتار على ما هو موضح بالخط السميك .

هـ. فى حالة زيادة عمق المصرف عن مترين يزاد بعده عن محور الجسر الموضح على اللوحة بمقدار مترين مقابل كل متر واحد زيادة فى العمق .

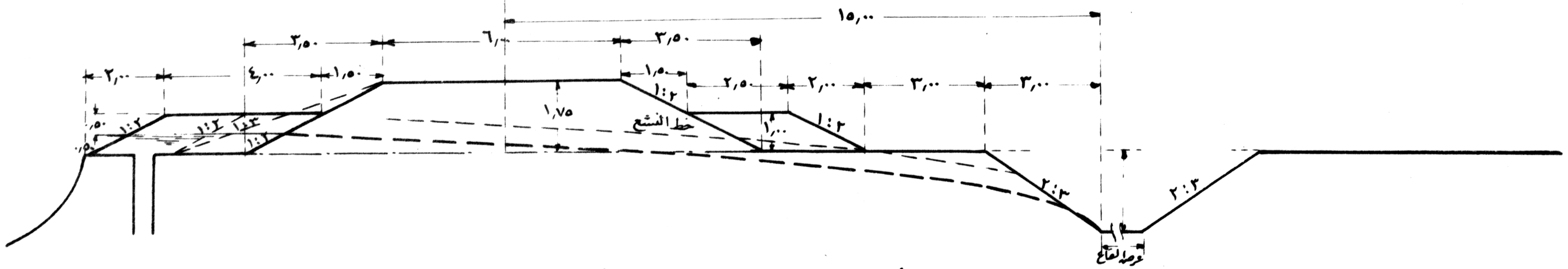
لوحة رقم ٣٩

المجموعة السادسة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

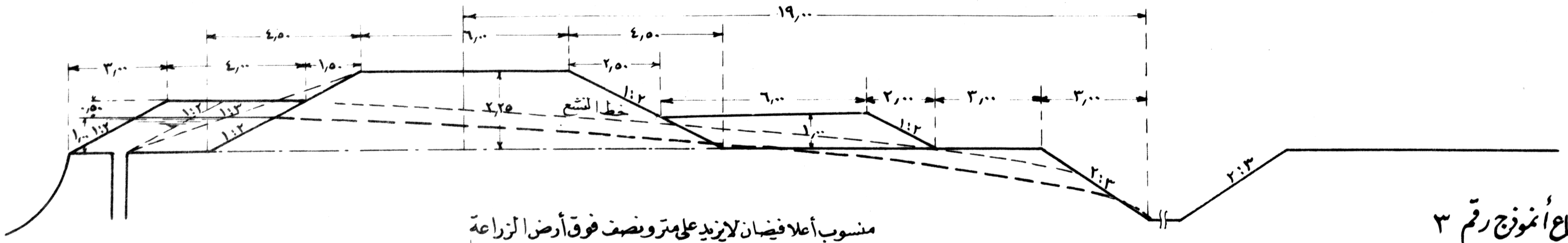
قطاع أنموذج رقم ١

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على نصف متر فوق أرض الزراعة



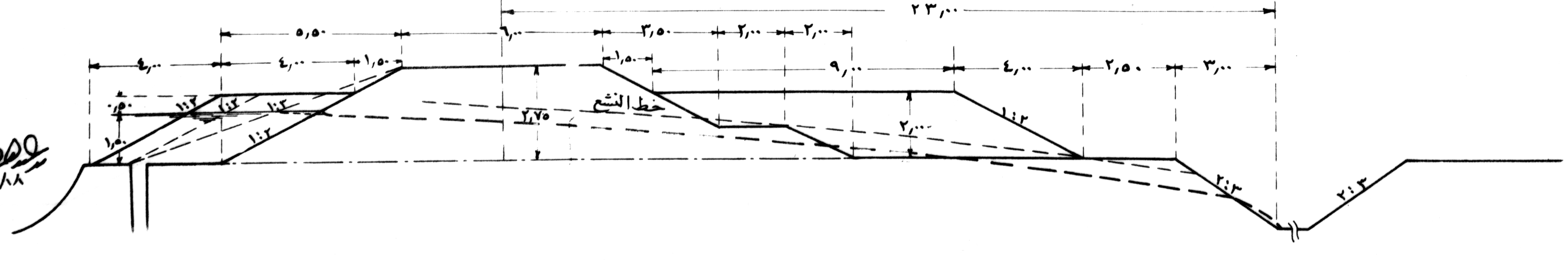
قطاع أنموذج رقم ٢

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٣

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر ونصف فوق أرض الزراعة



[illegible signature]
١٩/١٨

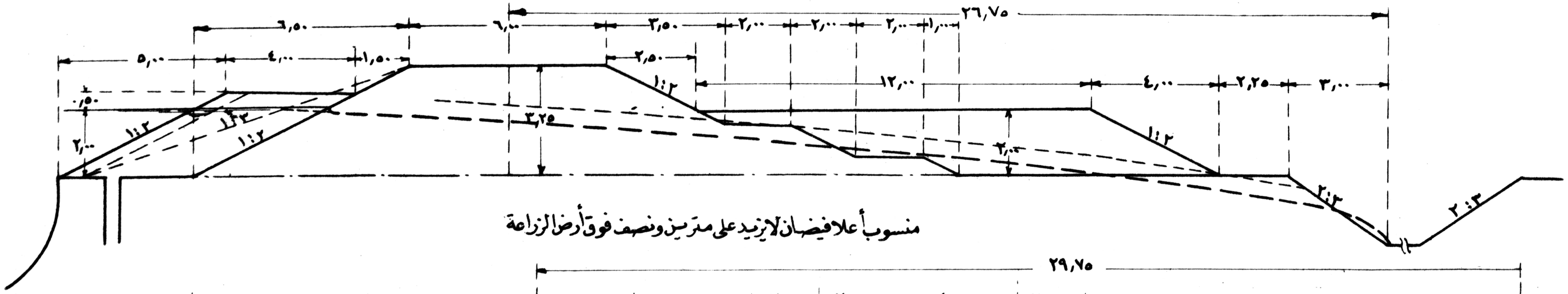
لوحة رقم ٤٠

تابع المجموعة السادسة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠


منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين فوق أرض الزراعة

قطاع أنموذج رقم ٤




منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين ونصف فوق أرض الزراعة

قطاع أنموذج رقم ٥



منسوب أعلا فيضان لا يزيد على ثلاثة متر فوق أرض الزراعة


قطاع أنموذج رقم ٦




لوحة رقم ٤١

تابع المجموعة السادسة


مقياس الرسم ١ : ١٠٠ قطاع أنموذج رقم ٧



قطاع أنموذج رقم ٨



قطاع أنموذج رقم ٩



الجسور الترابيّة للنيل والترع

المجموعة السابعة

أرانيك الجسور مزودة بمرشحات

والبعد المأمون للمجارى المائيه الأخرى خلف الجسور

عمق الحفر فى المجرى المائى لا يزيد عن ٢ متر

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

لوحة رقم ٤٣

المجموعة السابعة

ملاحظات :

أ- يمثل الحد الأعلى للرشح خط منحنى مخروط ناقص، ويحسب من المعادلة $\text{س} = \frac{\text{ص}^2 + \text{ط}^2}{2\,\text{ط}}$. والرمز "س" : عبارة عن محور الأفقيات . والرمز "ص" : هو محور الرأسيات . والرمز "ط" : هو بعد دليل المخروط عن البورة وهو يحسب من المعادلة $\text{ط} = \sqrt{\text{ع}^2 + \text{ض}^2} - \text{ع}$. ويتحدد بعد البورة بنقطة البداية الداخلية للمرشح الواقعة على مستوى قاعدة الجسر.

ب- وتشغل المرشحات بوجه عام حوالى ثلث قاعدة الجسر على الأكثر من جهة أرض الزراعة مبتدئة على مسافة متر واحد من نهاية الميل الخلفى، وتمتد إلى الداخل مسافة نحو ٦ أمتار فى نماذج القطاعات من رقم ٤ إلى ٩، وإلى مسافة ٤,٥٠ متراً فى أنموذج القطاع رقم ٣، وإلى مسافة ٤,٠٠ أمتار بأنموذجى القطاعين رقمى ١، ٢ وتتألف مادة المرشح من خليط من الرمل والزلط المتدرج المقاسات بحيث يتفق مع الاشتراطات المقررة وهى نتحدد بالنسبة الآتية :-

$$\frac{\text{وزن الحبيبات قطر ال ٨٥ ٪ (المرشح)}}{\text{وزن الحبيبات قطر ال ١٥ ٪ (الأتربة)}} < ٥ - ٤ > \frac{\text{وزن الحبيبات قطر ال ١٥ ٪ (المرشح)}}{\text{وزن الحبيبات قطر ال ٨٥ ٪ (الأتربة)}}$$

والنسبة المحددة بالجانب الأيسر هى لضمان عدم تسرب مادة الأتربة من مسام المرشح .. وتقدر أقطار المواسير حسب ما تمليه إختبارات عينات التربة بالمعمل ومشاهدات الطبيعة.

حـ- يتحدد موقع المجارى المائية خلف الجسور بحيث لا تؤثر - بقدر الإمكان - على حالة الرشح من أتربة الجسور، وبحيث لا يقل عرض المسطاح الفاصل بين المجرى المائى والجسر عن أربعة أمتار.

د- فى حالة مرور خط سكة حديد على الجسر يتحتم وجود مسطاح أمامى يعلو فوق منسوب الفيضان بمقدار نصف متر، وليساوى عرضه عمق المياه زائداً نصف متر - وبحيث لا يقل مقداره عن أربعة أمتار على ما هو موضح بالخط السميك .

هـ- حسب منحنى الحد الأعلى للرشح على أساس عدم وجود مساطيح أمامية زيادة فى الاحتياط .

و- فى حالة زيادة عمق المصرف عن مترين يزاد بُعده عن محور الجسر الموضح على اللوحة بمقدار مترين مقابل كل متر واحد زيادة فى العمق .

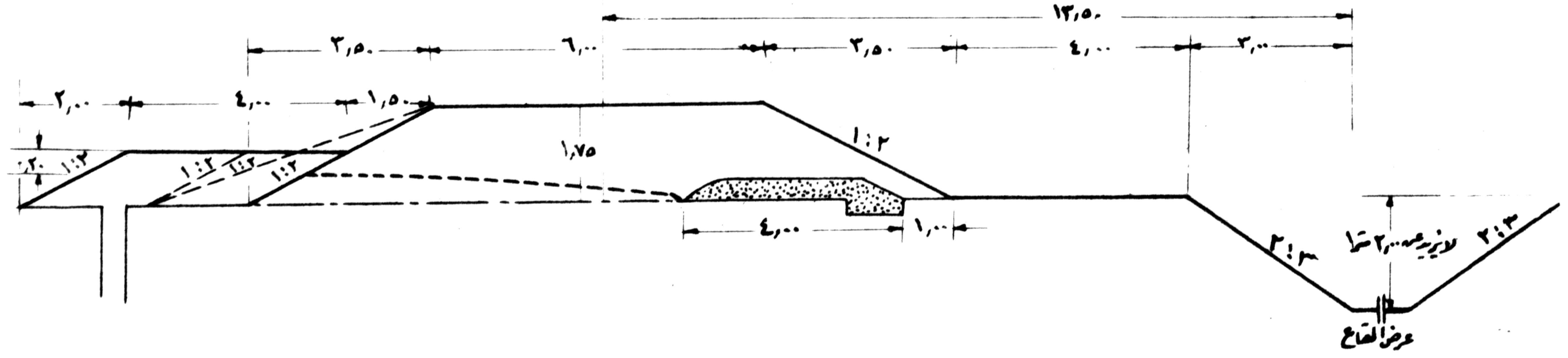
لوحة رقم ٤٤

المجموعة السابعة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

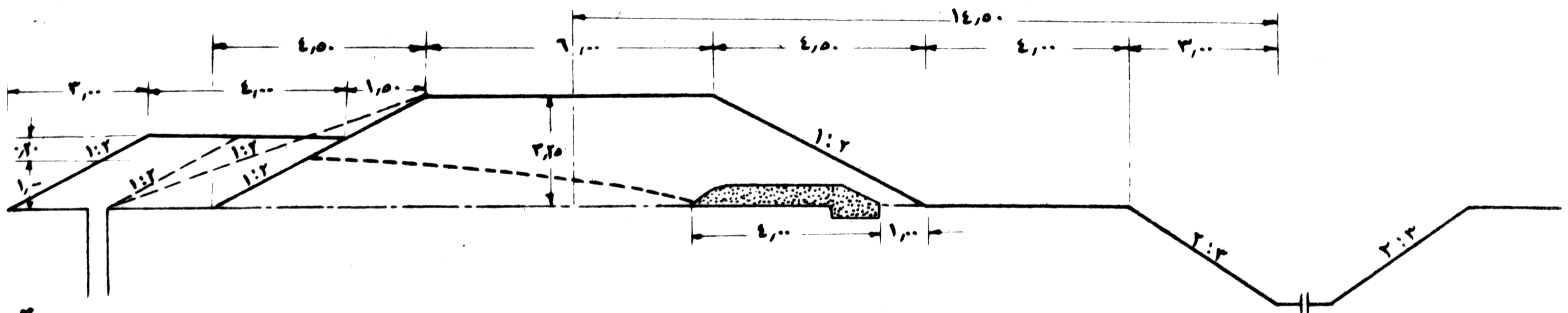
قطاع أنموذج رقم ١

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على نصف متر فوق أرض الزراعة



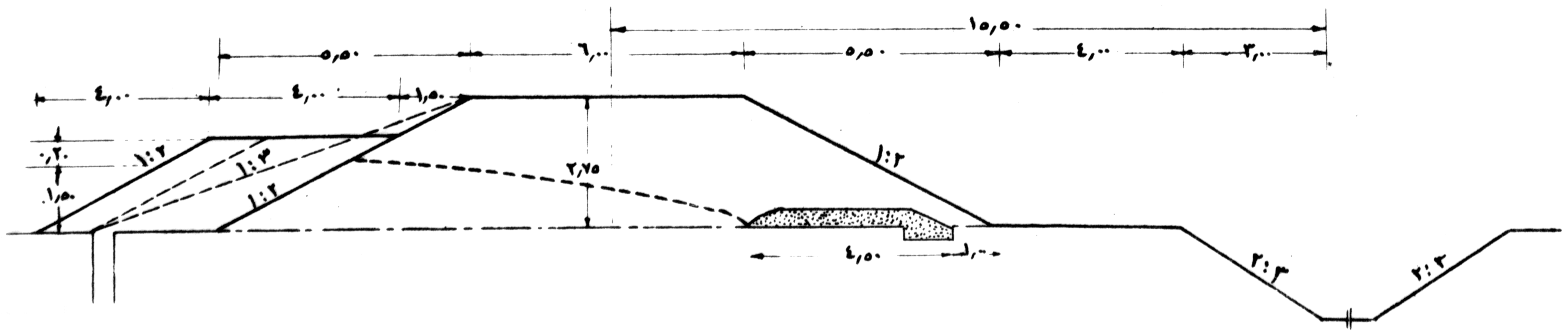
قطاع أنموذج رقم ٢

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٣

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر ونصف فوق أرض الزراعة



٥٩/١/٨

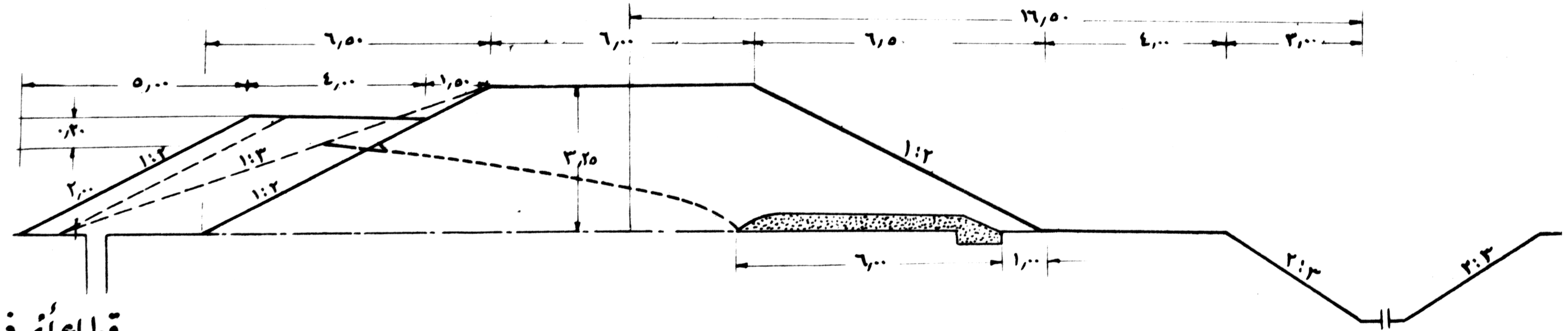
لوحة رقم ٤٥

تابع المجموعة السابعة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

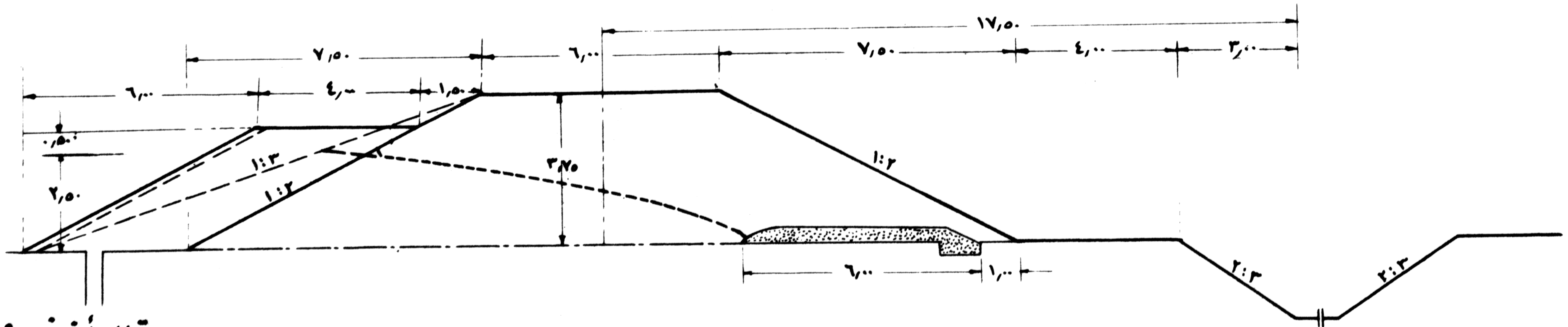
قطاع أنموذج رقم ٤

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على متر فوق أرض الزراعة



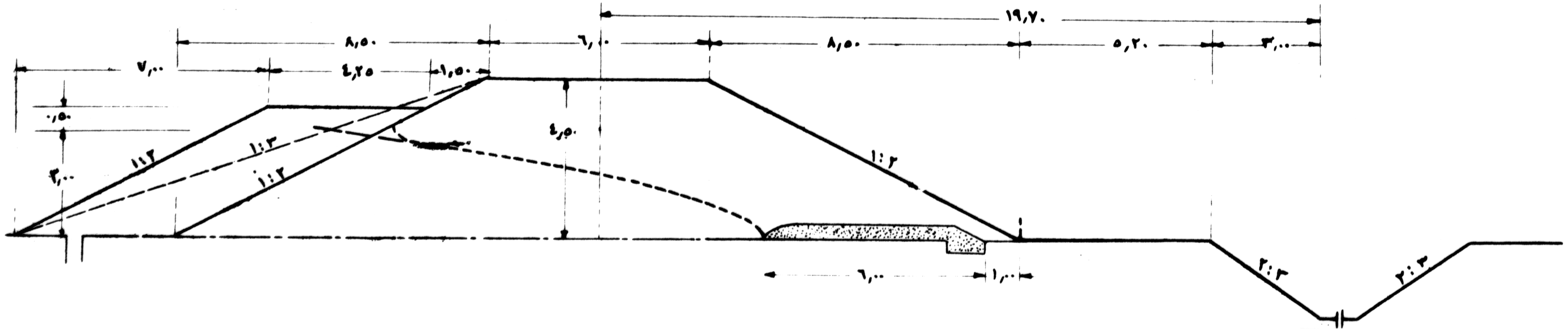
قطاع أنموذج رقم ٥

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على مترين ونصف فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٦

منسوب أعلا فيضان لا يزيد على ثلاثة أمتار فوق أرض الزراعة



لوحة رقم ٤٦

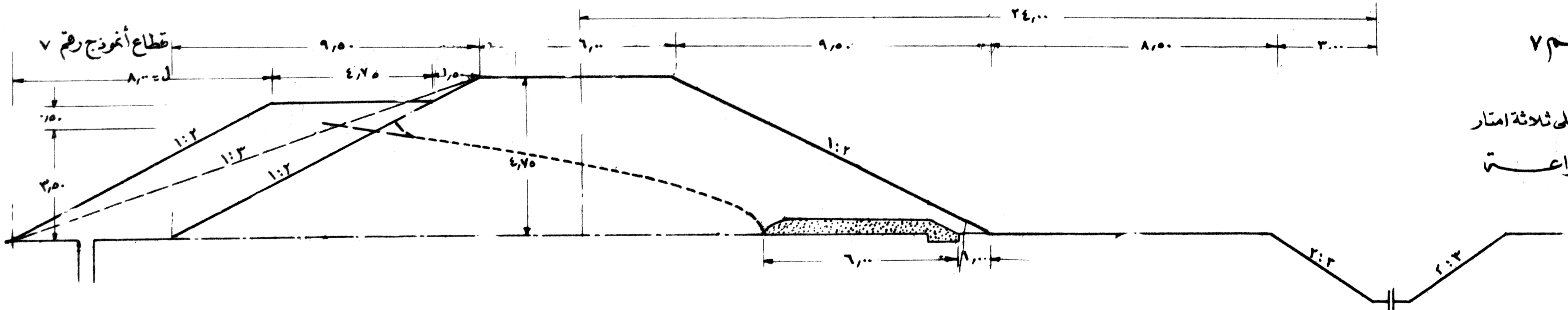
تابع المجموعة السابعة

مقياس الرسم ١ : ١٠٠

قطاع أنموذج رقم ٧

منسوب أعلى فيضان لايزيد على ثلاثة امتار

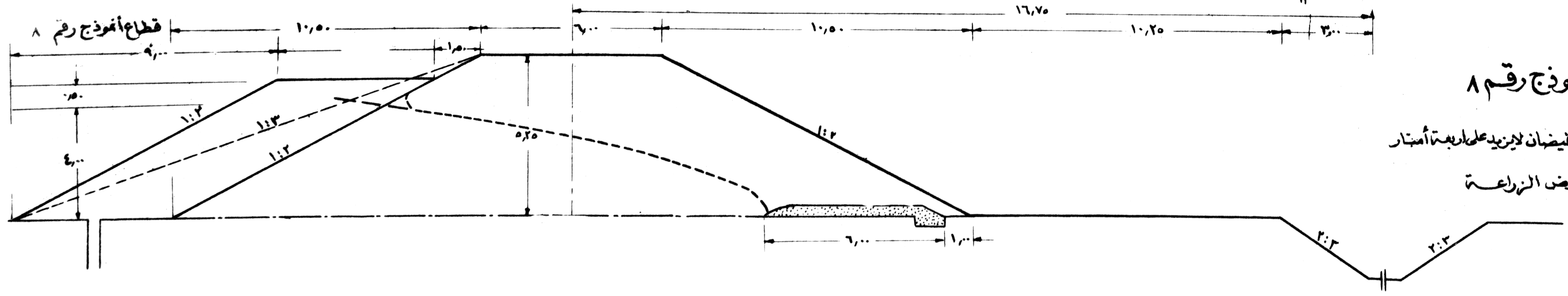
ونصف فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٨

منسوب أعلى فيضان لايزيد على اربعة أمتار


فوق أرض الزراعة



قطاع أنموذج رقم ٩

منسوب أعلى فيضان لايزيد على أربعة أمتار

ونصف فوق أرض الزراعة

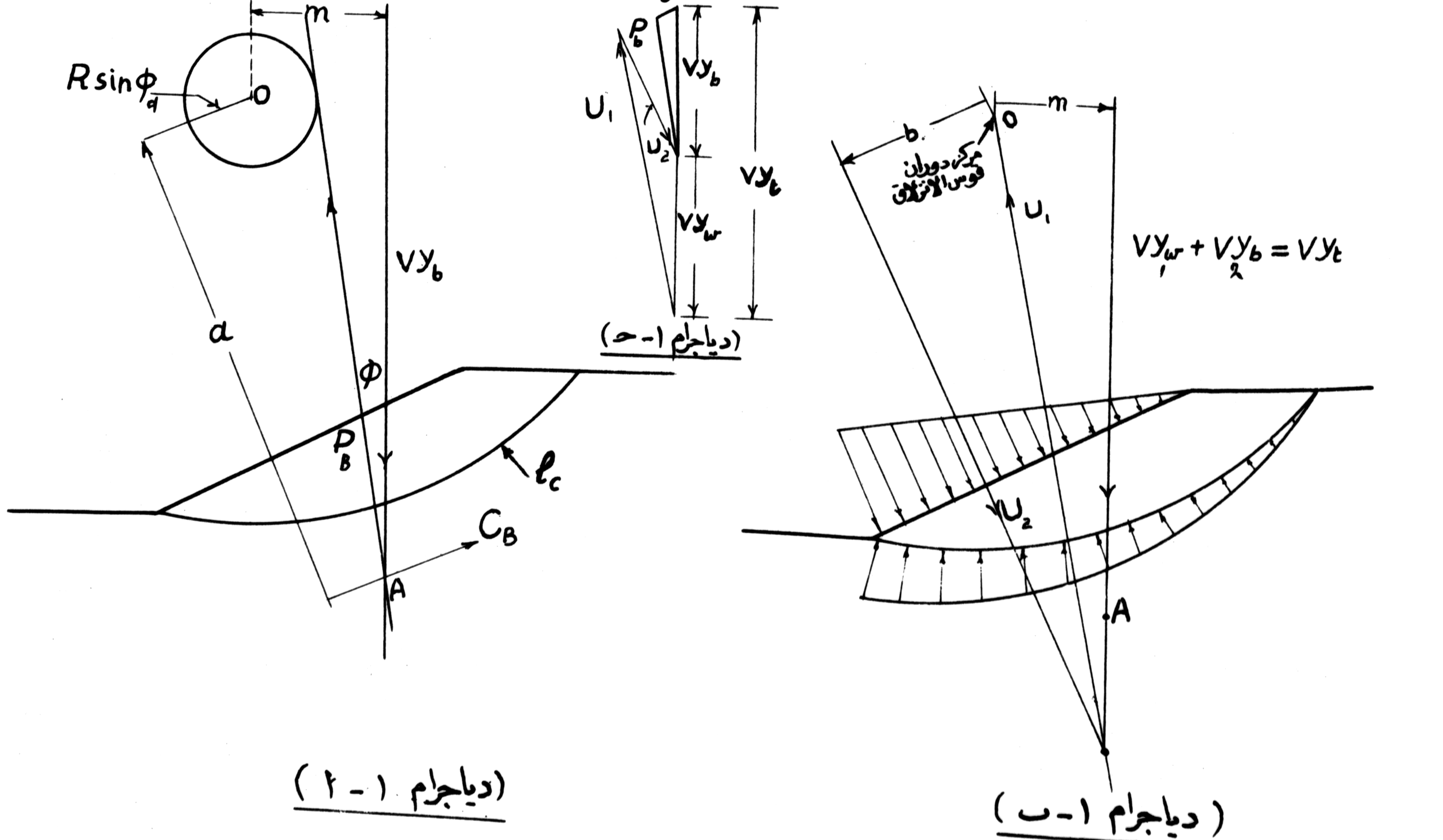


حسابات كفاءة الجسور ومعاملات الأمن الخاصة بها

لوحه رقم ٤٨

أمثلة لحساب كفاءة الجسور ومعاملات الأمن الخاصة بها

الحالة الأولى : الغمر الكامل (الفيضان إلى حافة الجسر)



شكل ١

في هذا المثال وما يليه فرض الآتي :-

١- أن ارتفاع الجسر فوق أرض الزراعة = ٦ أمتار، وانحدار ميوله ٢ : ١

٢- أن نتائج اختبارات المعمل لطبيعة أتربة الجسر هي :

زاوية الاحتكاك المسموح ϕ = ٢٠°

التماسك الكامن في المادة C_e = ٧٥٠ كيلوجرام على المتر المربع

كثافة الأتربة γ_t = ٢٠٠٠ " " في المتر المكعب

١- دلت الاختبارات والشواهد العملية على أن انزلاق أتربة الجسور يحدث في شكل قوس يمر غالبا بالنهاية السفلية للميل أو تحتها حسب تكوين أتربة الجسر والأرض الطبيعية التي يستقر عليها. ويتحدد عادة مركز هذا الدوران ووضعه بالتجربة . وقد توصل أحد علماء التربة إلى وضع دياجرام يساعد كثيراً على تحديد شكل هذا الدوران وهو يرى على اللوحة ٥٠ شكل ١ ب والعوامل المؤثرة على ثبات الأتربة الواقعة فوق هذا القوس هي :-

(أ) الوزن الكلي للأتربة $V\gamma_t$ حيث V حجم الأتربة و γ_t كثافة الأتربة وهي تساوي أيضاً $V(\gamma_b+\gamma_w)$ حيث γ_b = صافي الأتربة و γ_w = كثافة المياه التي تتخلل ذرات الأتربة

(ب) ضغط المياه بميل إلى أعلى U_1 وهو يمر بمركز دوران قوس الانزلاق وضغطه بميل إلى أسفل U_2 ومحصلة هاتين القوتين تتعادل مع جزء من القوة $V\gamma_t$ المذكورة في (أ) وهذا الجزء هو $V\gamma_w$ على ما هو ظاهر بالدياجرام ١-ب ومضلع القوى (١-ج) .

(ج) قوة المقاومة للانزلاق الكامنة في الأتربة C_B وهي عبارة عن معامل التماسك C_d المولد للمقاومة مضروبا x طول القوس ℓ_c .

٢- ويمكن تقدير قوى المقاومة بطريقة العزوم حول مركز دوران قوس الانزلاق على الوجه الآتي :-

$V\gamma_b \times m = P_B R \sin\phi_d + C_B\, a$ ......(١) حيث R نصف قطر القوس و ϕ_d زاوية الانزلاق الفعلية التي تتحدد بالاختبار في المعمل

ومن الدياجرام (١-ب) يكون $U_2 b = V\gamma_b\, m$ ...(٢) ومن ذلك يمكن وضع المعادلة (١) في الصورة الآتية :- $V\gamma_b - U_2 b \times m = P_B R\sin\phi_d + C_B \times a$ ....(٣)

كذلك فإن أمن الارتفاع $F_H = \frac{C\,a}{C_B\,a} = \frac{C\,a}{V\gamma_b m + P_B \sin\phi_d}$ ...(٤) ومن ذلك يمكن حساب معامل الأمن المقابل لارتفاع الجسر (H)

حيث C عبارة عن جملة المقاومة الكلية الكائنة في الأتربة وتقدر من $L_c\, C_e$ وحيث C_e هي وحدة القوة الكامنة للانزلاق على المتر المربع وتقدر بالاختبار في المعمل و C_B هي جملة القوة المبذولة للمقاومة ويجب أن تكون أقل في المقدار من الطاقة الكامنة لكي يبقى الجسر سالما من خطر الانزلاق . وينتج من ذلك أن C_B المبذولة تبقى دائما أصغر من C الكامنة

٣- ويمكن استخراج كل من معامل الأمن (F_H) بالنسبة لارتفاع الجسر حسب الفروض الموضحة بمقدمة هذه الصحيفة ومعامل الأمن لمقاومة الانزلاق (F_s) باستعمال دياجرام أ الموضح على اللوحة رقم ٥٠ على الوجه الآتي :-

(أ) يستخرج قيمة معامل الثبات على محور الرأسيات بالدياجرام أ لوحة ٥٠ بدلول كل من ϕ_d = ٢٠° و i = ١ : ٢ = ٢٦,٥٧° فنجد أنه يساوي ٠,١٦ . وحيث أن معامل الثبات = $\frac{C}{F_H\,\gamma_b\,H}$ ∴ ٠,١٦ = $\frac{٧٥٠}{F_H \times (٢٠٠٠ - ١٠٠٠)٦}$ ∴ F_H = ٠,٧٨ .

(ب) ويستخرج معامل الثبات بالنسبة لمقاومة الانزلاق (F_s) من كل من العلاقة $C_d = C_e / F_s$ والعلاقة طا ϕ_d = طا ϕ_e / F_s وذلك بطريق التجربة على الوجه الآتي :-

لنفرض أولاً أن F_s = ١,٥ = طا⁻¹ ($\frac{\text{طا } ٢٠}{١,٥}$) = طا⁻¹ ($\frac{٠,٣٦٤}{١,٥٠}$) = طا⁻¹ ٠,٢٤٣ = ١٣,٦٣°

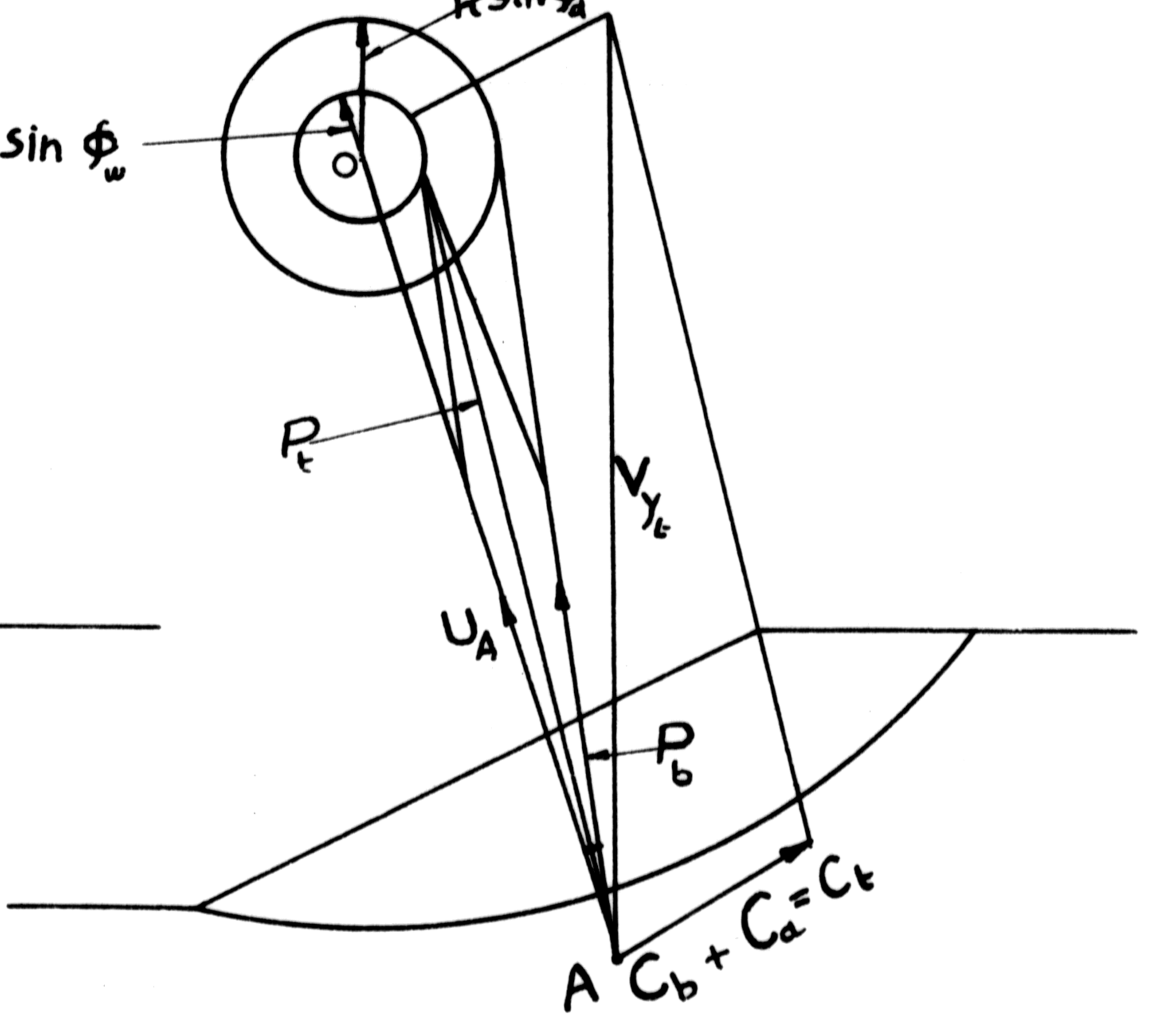
ومن دياجرام أ لوحة ٥٠ يستخرج معامل الثبات على محور الرأسيات بدلالة i = ٢٦,٥٧° ϕ_d = ١٣,٦٣° فنجده = ٠,٠٤٥

∴ ٠,٠٤٥ = $\frac{٧٥٠}{٣,٠٠ \times (٢٠٠٠ - ١٠٠٠) H}$ ∴ H = ٥,٥٥ مترا . ثم نعود فنفرض أن المعامل F_s = ٢,٦٠ وباتباع نفس الخطوات المتقدمة فإن ϕ_d = ١٠,٣٥° والمعامل = ٠,٠٣٥ وعليه H = ٨,٢٤ مترا . وبالمقارنة يستنتج أن قيمة معامل الأمن ضد الانزلاق F_s المقابلة لارتفاع الجسر ٦ متر هو <u>٢,٩٥</u> .

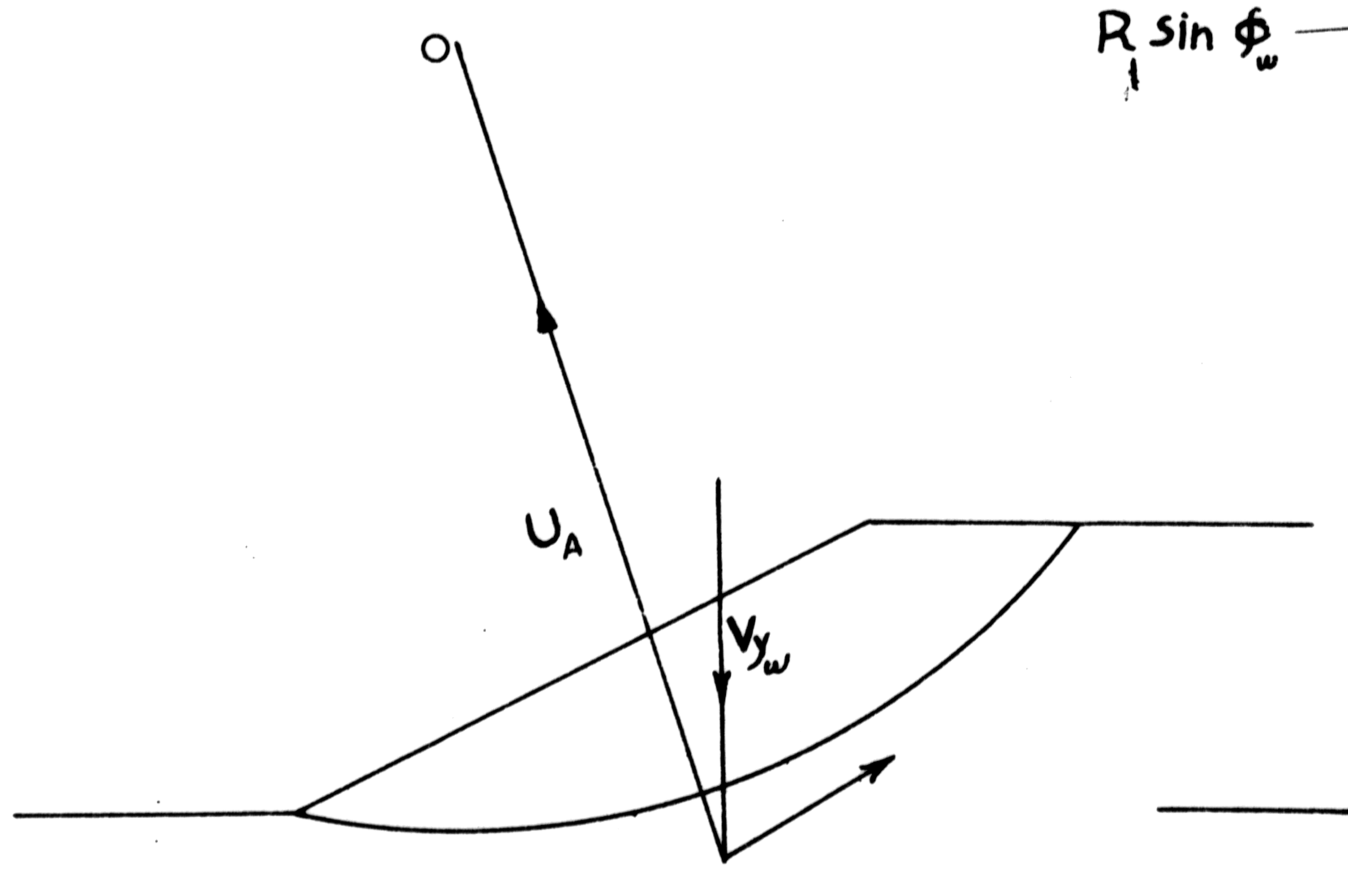
لوحة رقم ٤٩

حساب كفاءة الجسور ومعاملات الأمن الخاصة بها

الحالة الثانية : انحسار المياه سريعاً عن الجسر (حالة التفلل التام)



(شكل ٢-ب)



(شكل ٢-أ)

أولا - حساب العزوم

معادلة العزوم لتوازن مختلف القوى المؤثرة هى : -

$V\gamma_t m = P_t R \sin \phi_w + C_t\, a$ ونحسب قيمة ϕ_w من معادلة ϕ_d $\phi_w = \frac{\gamma_b}{\gamma_t}$

وتقدر قيمة معامل أمن ارتفاع الجسر من المعادلة $(F_H) = \frac{C}{C_t\, a} = \frac{C \times a}{V\gamma_t\, m - P_t R \sin\phi_w}$

ثانياً - حساب معامل أمن ارتفاع الجسر F_H

(١) يستخرج معامل الثبات بالنسبة لارتفاع الجسر من الدياجرام ٢ بدلالة الوزن الكلى γ_t وزاوية الانزلاق

$\phi_w = \frac{٢٠٠٠ - ١٠٠٠}{٢٠٠٠} \times \phi_d = \frac{1}{٢} \times ٢٠ = ١٠^\circ$

ومن دياجرام ١ بدلالة $\phi = ١٠^\circ$ وانحدار $٢٦{,}٥٦٧^\circ$ يبلغ معامل الثبات ٠٫٠٦٥

$\therefore\ ٠{,}٠٦٥ = \frac{٧٥٠}{F_H \times ٢٠٠٠ \times ٦}$ $\therefore\ F_H = ٠{,}٩٦$

ثالثاً - حساب معامل الانزلاق

لنفرض أن معامل F_s = ١ $\therefore$ ϕ_w = طا$^{-1}$ $\left(\frac{\text{طا}\ \phi_d}{F_s}\right)$

= طا$^{-1}$ $\frac{٠{,}١٧٦٣}{١}$ = طا$^{-1}$ ٠٫١٧٦٣ = ١٠°

أى أن معامل الثبات حسب ثانيا = ٠٫٠٦٥

$\therefore\ ٠{,}٠٦٥ = \frac{٧٥٠}{H \times ٢٠٠٠ \times ١}$ و H = ٥٫٧٨ مترا

وبفرض معامل أمن = ٠٫٩ فإن ϕ_d = طا$^{-1}$ ٠٫١٨٥ = ١٠٫٥٠°

ومعامل الثبات = ٠٫٠٦٢ = $\frac{٧٥٠}{H \times ٢٠٠٠ \times ١}$ = ٦٫٠٥ مترا

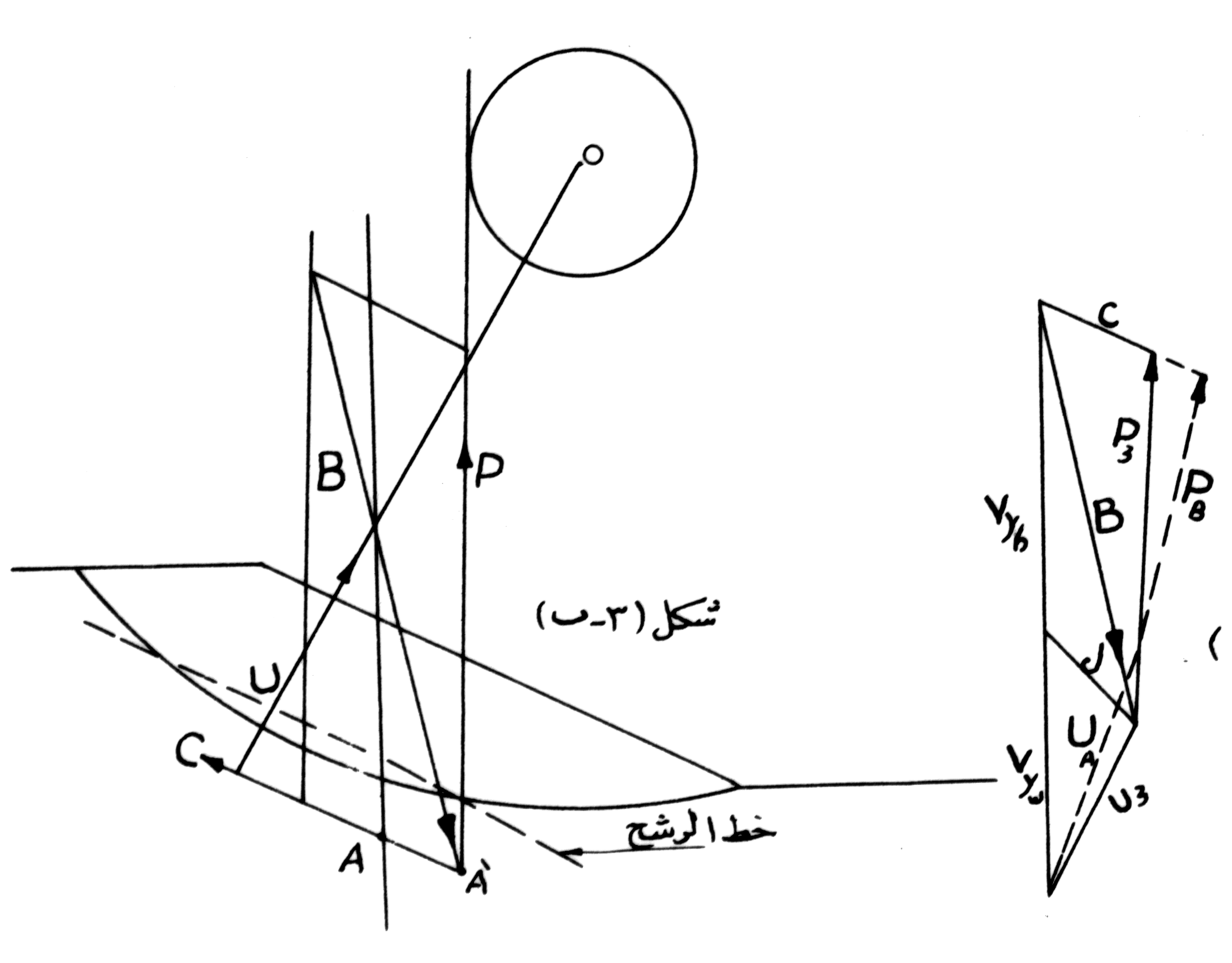
وبالمقارنة فإن معامل أمن الانزلاق المقابل لارتفاع ٦ متر = ٠٫٩١

وعلى ذلك فإن الأمر يقتضى زيادة انحدار الأتربة الأمامية الى ١ : ٣

(بدلا من ١ : ٢) أى ٢٦ ١٨° = ١٨٫٤٣°

وفى هذه الحالة يصبح F_H = ١٫٨٠ F_s = ١٫٨٠ وهو أمن مقبول

الحالة الثالثة : الأتربة الخلفية للجسر متأثرة بمياه الرشح المستمر (مدة الفيضان)



شكل (٣-أ)

الشكل ٣

٤ - عند ما تكون المياه بالأمام على درجة الفيضان يكون الجسر مشبعا بالمياه والتسرب آخذ مجراه تجاه الخلف . وفى هذه الحالة تحسب القوى المؤثرة لمياه التسرب من شبك التسرب وهى تختلف من حالة لأخرى . ومن المعلوم أنه فى هذه الحالة يكون خطر انزلاق الاتربة الخلفية أقل قليلا من الحالة المتولدة من انحسار المياه السريعة (الحالة الثانية) ويمكن إدراك الفرق بين الحالة السابقة والحالة التى نحن بصددها بمقارنة المحصلة وقوة دفع المياه لأعلى الممثلان الحالة (ثانيا) والموضحان على الشكل بالخطوط المجزأة بنظيريهما فى هذه الحالة و لوجدنا أن الأولين أكثر ميلا خارج الجسر وبالتالى أخطر تأثيرا وبحساب حالات مختلفة لانحسار المياه والتسرب المستمر يتضح أنه فى أسوئها تبقى معاملات الأمن فى الحالة الأخيرة أعلا منها فى الحالة الأولى بنحو ٢٠٪ . أى أنه لو بقيت الميول بدون تعديل يمكن اعتبار المعاملات فى هذه الحالة - وعلى أسوأ الظروف - قريبة من نتائج الانحسار السريع .

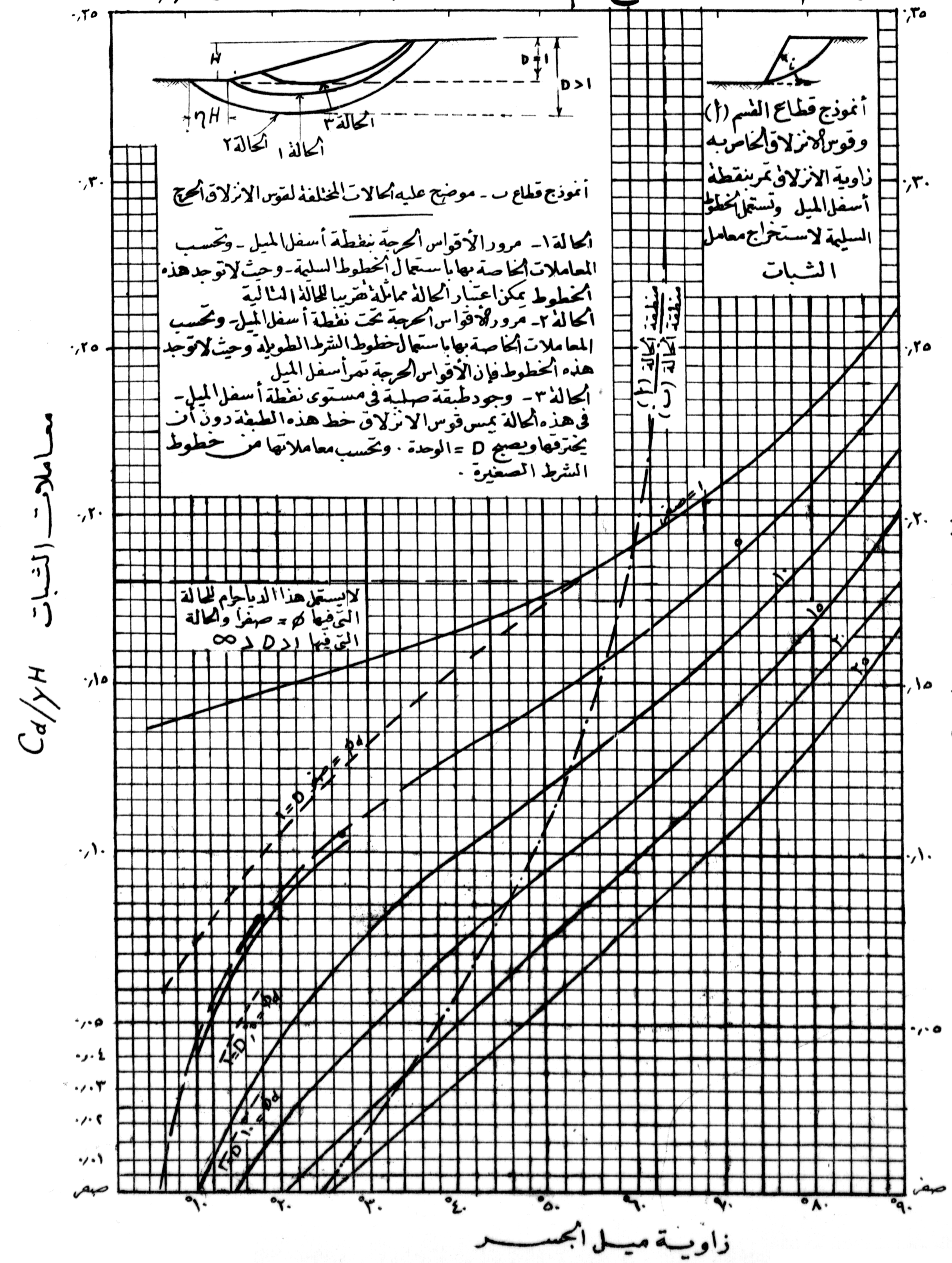
ملخص النتائج

الكشف التالى يعطى مقارنة بين قيم الأمن بالنسبة لارتفاع الجسور وانحداراتها باعتبار أن زاوية الانزلاق الحرجة = ٢٠° ومعامل التماسك ٣٠٠ كيلو جرام على المتر المربع ووزن الأتربة ٢٠٠٠ كيلوجرام للمتر المكعب .

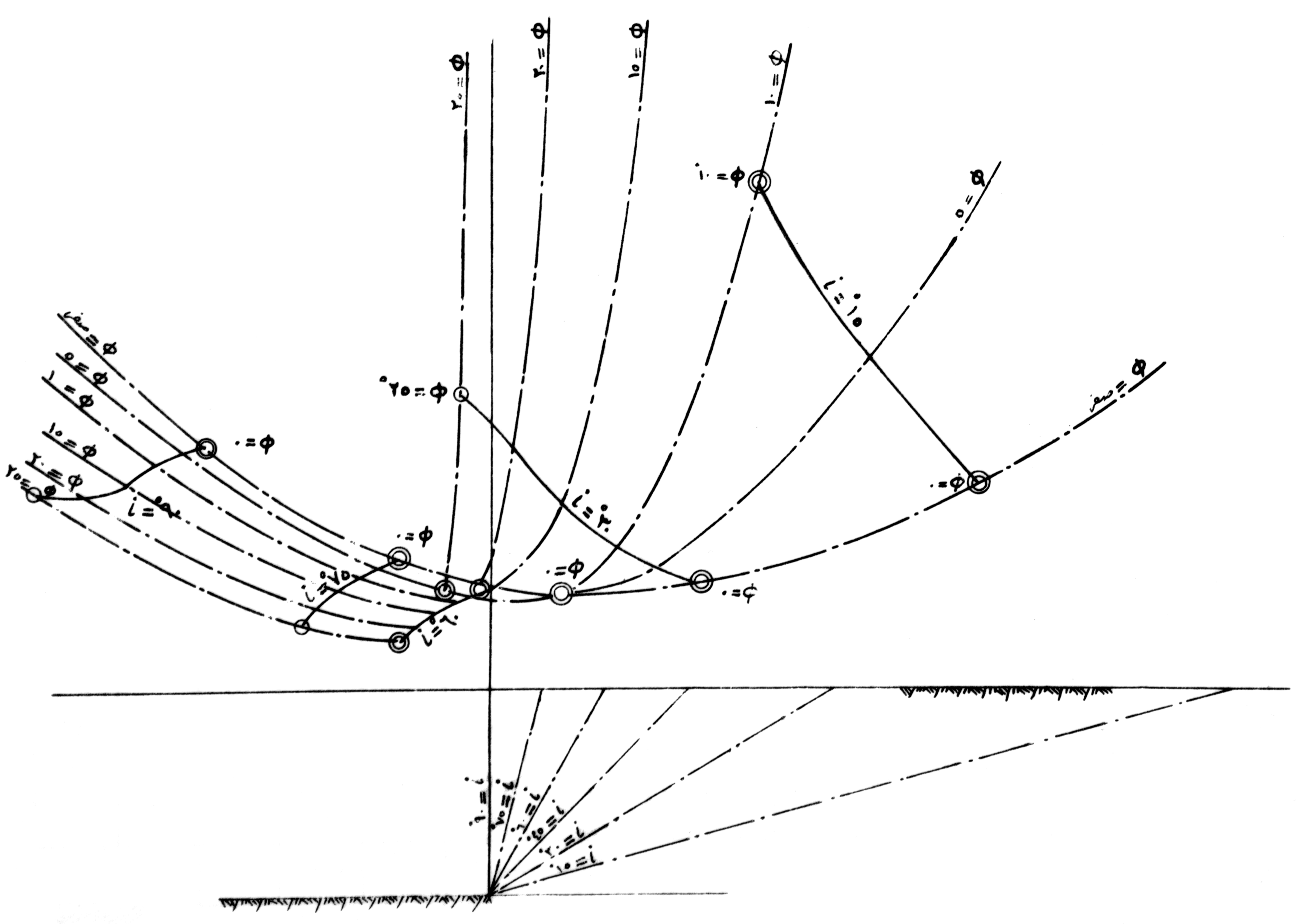
	FH	FS	
الاتربة الأمامية فى حالة الفيضان	٧٫٨٠	٢٫٩٥	ميل الأتربة ٢ : ١
الأتربة الخلفية " "	٣٫٦٠	٢٫٢٨	ميل الأتربة ٢ : ١
الأتربة الامامية مع هبوط المياه	٠٫٩٦	٠٫٩١	ميل الأتربة ٢ : ١
الأتربة الامامية مع هبوط المياه	١٫٨٠	١٫٨٠	ميل الأتربة ٣ : ١

لوحة رقم ٥٠

دياجرام أ - لاستخراج قيم معاملات الثبات المقدرة من $Cd/\gamma H$



دياجرام ب - لتحديد مراكز أقواس الانزلاق الحرج بالنسبة لقيمتي



لوحة رقم ٥١

الجسور الترابية للنيل والترع

أثر المرشحات فى تخفيض حجم الجسور وكميات مياه الرشح المتسربة من خلال وتحت أتربتها والزمن التقريبى لظهور الرشح

رقم النموذج	إرتفاع المياه فوق أرض الزراعة بالمتر	الجسور الحالية									الجسور المعدلة المزودة بمرشحات									الفائدة المائوية للتعديل للعوامل المختلفة مع استعمال المرشحات				
		مقادير مياه الرشح		كثافة الرشح			زمن بدء ظهور الرشح		مساحة الأراضى اللازمة للجسور فى الكيلومتر	مكعب الأتربة اللازمة للجسور فى الكيلومتر	مقادير مياه الرشح		كثافة الرشح فى عرض متر			زمن ظهور الرشح		مساحة الأراضى اللازمة للجسور فى الكيلومتر	مكعب الأتربة اللازمة للجسور فى الكيلومتر	الخفض فى كثافة الرشح بأرض الزراعة المجاورة	الخفض فى مكعب الأتربة	الخفض فى مساحة الأراضى (١)	معاملات الأمن	
		من أتربة الجسر	فى عرض ١ متر خلف الجسر	من أتربة الجسر - بداية	من أتربة الجسر - نهاية	على بعد ١٠ متر خلف الجسر	من الميل الخلفى للجسر	بأرض الزراعة			فى المرشحات	فى عرض ١ متر خلف الجسر	من المرشحات - بداية	من المرشحات - نهاية	على بعد ١٠ متر خلف الجسور	من المرشحات	بأرض الزراعة						جفاف الأتربة الخلفية	درجة الثبات
		متر مكعب فى اليوم		متر مكعب فى اليوم لكل متر مسطح			يوم		بالفدان	متر مكعب	متر مكعب	يوميا	متر مكعب فى اليوم لكل متر مربع			يوم		بالفدان	متر مكعب					
١	٠/٥٠	٠,٠٢٥٠٥	٠,٢٧٦٤	٠,٣٢٠	-	٠,٠٢٤٧	١٤/٠٠		٣/١	١٦٦٠٠	٠,٢٣٤٥	٠,١٥٢٠	٠,٢١٦٠	٠,٢٩٩	٠,٠١٢٢	٨/٠٠		٣/١	١٦٦٠٠	٥٠/٦	-	-		
٢	١/٠٠	٠,١٠٢٣	٠,٤٤٩٢	٠,٢٣٢٥	-	٠,٠٢٥٤٩	١٤/٧٥		٣/٦	٢٢٦٠٠	٠,٤٦٧٠	٠,٢٧٨٠	٠,٤٣٢٠	٠,٤٦٩	٠,٠١٧٥	٨/٠٠		٣/٦	٢٣٦٠٠	٣١/٣	-	-		
٣	١/٥٠	٠,١٦٠٠	٠,٧٠٠٠	٠,١٠٩	-	٠,٠٤٠٢	١٨,١٥		٤/٥	٣٣٦٠٠	٠,٧٤٢٥	٠,٤٩٦٠	٠,٨٦٤٠	٠,٦٩٢	٠,٠٣٦٠	١٠/٥٠		٤/١	٣١٦٠٠	١٠/٤	٦	٩		
٤	٢/٠٠	٠,٢٤٠٠	٠,٩٨٩٣	٠,٠٣٠٧	٠,٢١٦٠	٠,٠٥٤١	١٨,٠٥		٥/٥	٤٤٦٠٠	١,١٧٠٠	٠,٦٠٧٠	١,٠٨٠٠	٠,٩١٠	٠,٠٤٦٨	١٠/١٥		٤/٥	٤٠٦٠٠	١٣/٥	٩	١٨	٪١٠٠	
٥	٢/٥٠	٠,٣٠١٠	١,٠٩٧٣	٠,٠١٨٤	٠,٢٨٩٠	٠,٠٦١٨٥	١٨,١٥	تظهر مياه الرشح بأرض الزراعة قبل ظهورها من أتربة الجسر	٦/٤	٥٨٥٠٠	١,٤٧٥٠	٠,٧٥٥٠	١,١٣٥٠	٠,١١٥٠	٠,٠٥٥٨	١١/٢٠	تظهر مياه الرشح أولاً بأرض الزراعة قبل ظهورها من أتربة الجسر	٥/٠٠	٥٠٦٠٠	١٠/٢	١٤	٢٢		يضاعف معامل ثبات أتربة الميول الخلفية
٦	٣/٠٠	٠,٣٤٤٠	١,٤٠٤٠	٠,٠١١٨	٠,٣١٤٠	٠,٠٧٢٠٠	١٨,١٥		٧/٥	٧٣٩٠٠	١,٧٦٠٠	٠,٨٤٠٠	١,٢٣٥٠	٠,١٢٣٥	٠,٠٦٦٦	١١/٧٥		٥/٥	٦١٦٠٠	١٠/١	١٧	٢٧		
٧	٣/٥٠	٠,٤٢١٠	١,٦٢٤٣	٠,٠٠٩٩	٠,٣٧٠	٠,٠٨٢٤	١٨,١٥		٨/٦	٩٣٦٠٠	٢,١٠٠٠	١,٢٣٥	١,٣٣٥٠	٠,١٥٧٩	٠,٠٧٨٨	١٤,٣٠		٦/٠٠	٧٣٦٠٠	١٠/٠٠	٢٢	٣٠		
٨	٤/٠٠	٠,٥٢٥٠	١,٦٤٠٠	٠,٠٠٩٨٨	٠,٣٧٥	٠,٠٩٦٠	١٨,١٥		٩/٦	١١٢٤٠٠	٢,٣٦٥٠	١,٢٢٩٠	١,٤٤٠٠	٠,١٧٢٠	٠,٠٨٦٤	١٥/٧٥		٦/٤	٨٦٦٠٠	١٠/٠٠	٢٣	٣٣		
٩	٤/٥٠	٠,٥٣٦٠	١,٧١٠٧	٠,٠٠٩٦٥	٠,٣٩٤	٠,١٠١٩	١٨,١٥		١٠/٧٠	١٣٥٦٠٠	٢,٦٢٠٠	١,٣٨٢٠	١,٧٢٨٠	٠,١٨٨٠	٠,٠٩١٠	١٧/٢٠		٦/٩	١٠٠٦٠٠	١٠/١٠	٢٦	٣٥		
																			المتوسط	١٧/٥	١٤/٥	٢٢٪		

(١) مساحة قاعدة الجسور الحالية = ٢٩/٣ × ٢٥٠٠ (كيلومتر) × ١٠^٣ = ٧٣٠٠ × ١٠^٥ متر مسطح
= ١٧٥٠٠ فدان

الوفر فى المساحة باستعمال الجسور المعدلة = ١٦٥٠٠ × ٢٢ ٪ = ٣٨٥٠ فدان

محمد عبد العال المدني
٢٠/١٠/١٩٥٦